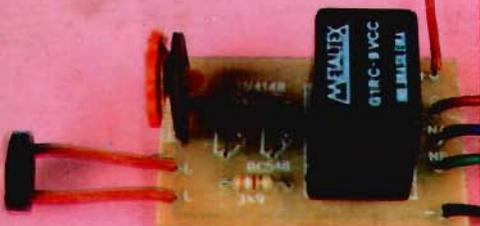
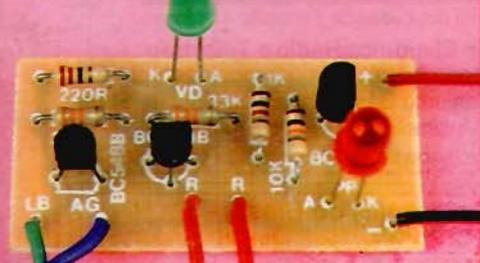
ABC da ELETRÔNICA
(REVISTA·CURSO)
Nº7 – Cr$840,00
PROF. BEDA MARQUES
• TEORIA:
- O TRANSÍSTOR (2ª PARTE)
- COMO AMPLIFICA...
- A POLARIZAÇÃO E O ACOPLAMENTO
- OS ARRANJOS CIRCUITAIS
- (INFORMAÇÕES SIMPLES E DIRETAS...)
• PRÁTICA:
- UM DISPOSITIVO DE SEGURANÇA E MAIS UMA GOSTOSA BRINCADEIRA!
- BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA
- JOGO DA “MÃO BOA”
- BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA
- JOGO DA “MÃO BOA”
VEJA COMO TRABALHAMOS JUNTOS!
• SEÇÕES:
- TRUQUES & DICAS
APRENDA A UTILIZAR CORRETAMENTE AS “FONTES DE ALIMENTAÇÃO”
- ARQUIVO TECNICO
COMO CONSULTAR MANUAIS E SELECIONAR EQUIVALENTES
• E MAIS:
- PROJETOS DOS “LEITORES/ALUNOS”, TROCA DE CORRESPONDÊNCIA
Kaprom

EDITORA

EMARK ELETRÔNICA

Diretores
Carlos Walter Malagoli
Jairo P. Marques
Wilson Malagoli

Diretor Técnico
Bêda Marques

Colaboradores
José A.Sousa (Desenho Técnico)
João Pacheco (quadrinhos)

Publicidade
KAPROM PROPAGANDA LTDA
(011) 223-2037

Composição
KAPROM

Fotolitos de Capa
DELIN
Tel. 35.7515

Fotolito de Miolo
FOTOTRAÇO LTDA.

Impressão
Editora Parma Ltda.

Distribuição Nacional c/ Exclusividade
FERNANDO CHINAGLIA DISTR. S/A
Rua Teodoro da Silva, 907 - R. de Janeiro (021) 268-9112

ABC DA ELETRÔNICA

Kaprom Editora, Distr.e Propaganda Ltda - Emark Eletrônica Comercial Ltda) - Redação,Administração e Publicidade:
R.Gal.Osório, 157
CEP 01213 - Sao Paulo-SP.
Fone: (011)223-2037

EDITORIAL

CONVERSANDO

Agora as "Aulas" do ABC entram definitivamente na sua primeira fase "aplicativa", onde os Leitores/Alunos começam a "perceber" e fixar, através de claras e simples explicações, além das elucidativas EXPERIÊNCIAS, MONTAGENS PRÁTICAS, "DICAS" e INFORMAÇÕES TÉCNICAS, **como** os principais componentes da moderna tecnologia Eletrônica interagem, de que maneira "eles" trabalham conjuntamente para determinados fins imaginados pelos projetistas dos circuitos, aparelhos e aplicações!

Conforme muito bem identificou um Leitor/Aluno, em sua cartinha, o método de ABC se parece muito com o sistema de APRENDER A NADAR DENTRO D'ÁGUA... Aqui ninguém fica fazendo um monte de exercícios "chatos" **fora da piscina**, para, só depois de vários mêses, "molhar os pés"... Logo de cara, jogamos toda a turma dentro d'água: só que, no começo, a água é rasa, para que ninguém se afogue, mesmo que tenha medo ou não tenha "pego" direito a técnica das braçadas e "bate pé"... Lentamente, com toda a segurança, mas de forma inexorável, vamos "enchendo" a piscina, no mesmo exato rítmo em que a turma assimila as técnicas... De repente, sem perceber, o "Aluno" está nadando, em água profunda, sem nenhum medo e sem ter notado que sua técnica evoluiu, naturalmente!

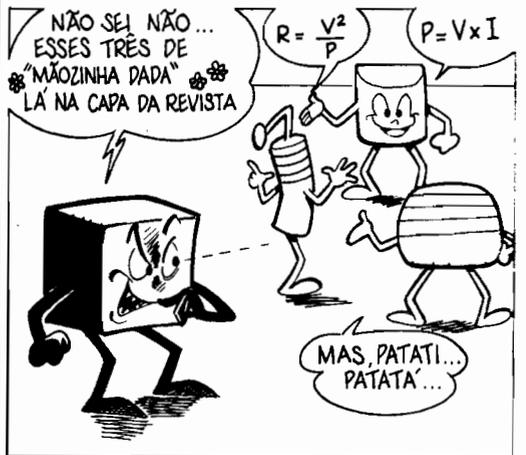
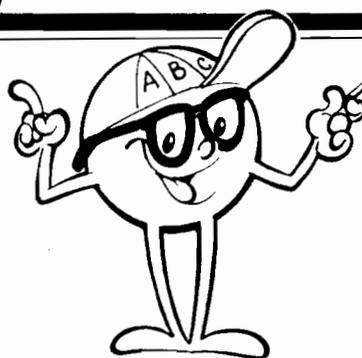
Dessa forma, nem bem começamos e já tem Leitor/Aluno tentando desenvolver seus próprios projetinhos e "idéias eletrônicas" (as cartas recebidas atestam isso...). Na Seção FEIRA DE PROJETOS do TROCA-TROCA, nas primeiras "Aulas", nitidamente as colaborações eram inspiradas ou "aproveitadas" de informações técnicas e práticas colhidas em outras fontes (ainda assim válidas, para estimular a turma...). Já presentemente, notamos que muitos dos Leitores/Alunos começaram a "nadar sem bóia", com crescente confiança! É **ISSO** que nos dá a certeza de que o "jeitão" da ABC não deve nada (muito pelo contrário...) a outros métodos ou cronogramas curriculares adotados em Cursos Regulares de Eletrônica!

Também os Hobbystas, que já eram "bons de montagem", mas "fracos" de embasamento teórico, rapidamente perceberam que ABC **não vai**, por enquanto, publicar projetos de "micro-computadores", "videogames" ou "transmissores Laser"... Isso ocorrerá, se ocorrer, no tempo e na hora em que o andamento do nosso Curso nos proporcionar a certeza de que a turma "está pronta" para "nadar em corredeiras"... (E esse tempo **vai chegar**, tenham certeza...).

O jeito "livre" e instigador do raciocínio próprio, adotado aqui em ABC para a transmissão das bases teórico/práticas da Eletrônica, na nossa opinião **supre** perfeitamente a aparente dificuldade de se ter apenas uma "Aula" por mês, com o que, em cerca de 1 ano, as relativamente poucas "Aulas" do ABC **podem** "alcançar" quase que o mesmo "pique" de muitos Cursos por frequência! O próprio "Aluno" preenche os "buracos" ou aparentes lacunas, com a **sua** iniciativa, bom senso e raciocínio! Nós, aqui, ACREDITAMOS EM VOCÊS! Damos as bases, com toda a confiança e clareza, certos de que nunca, nenhum "Leitor/Aluno" irá "se afogar", mesmo na ausência do instrutor ou "salva-vidas"!

O EDITOR

EU
ESTAREI NA
PRÓXIMA
AULA

ÍNDICE - ABC - 6

TEORIA 7

O Transístor
(2ª PARTE)

O TRANSÍSTOR COMO AMPLIFICADOR (C.C. OU C.A.) - AS "CURVAS" E "REGIÕES" DE FUNCIONAMENTO - AS CONFIGURAÇÕES CIRCUITAIS - O ARRANJO DARLINGTON - (EXPERIÊNCIA) - O ACOPLAMENTO ENTRE ETAPAS AMPLIFICADORAS TRANSISTORIZADAS - A POLARIZAÇÃO.

Na "Aula" anterior (ABC nº 6) vimos a introdução ao TRANSÍSTOR, componente que foi abordado em seus aspectos de estrutura interna, funcionamento básico, "caminhos" e intensidades relativas das CORRENTES no dito cujo, além de importantes EXPERIÊNCIAS comprobatórias iniciais... Agora chegou a hora de falarmos de aspectos mais práticos da utilização desse importante componente, que é o TRANSÍSTOR BIPOLAR ou "comum" (futuramente falaremos dos **outros** transístores, Unijunção, Efeito de Campo, etc....).

Nessa 2ª Parte da "Lição", que traz as "Teorias Aplicativas", é **importante** que o Leitor/Aluno já traga bem entendidos os conceitos mostrados em ABC nº 6... Assim, quem estiver "chegando agora" à turma, **tem** que providenciar a imediata aquisição dos Exemplares/Aula anteriores, sem o que o entendimento ficará grandemente prejudicado (em algum lugar da presente ABC, o Leitor/Aluno encontrará um Cupom e Instruções para a solicitação de "Aulas" anteriores - "Corram", antes que se esgotem...).

As explicações da presente "Lição" serão extremamente diretas e objetivas, lastreadas basicamente nas figuras, que assim devem ser acompanhadas com o máximo de atenção (e sempre pressupondo que o Leitor/Aluno **já compreendeu** o teor das "Aulas" passadas...).

●●●●●

- **FIG. 1-A** - Utilizando diretamente (e "cruamente") as propriedades fundamentais de um TRANSÍSTOR BIPOLAR (daqui pra frente chamado sempre apenas de **transístor**...) que "dizem": **uma pequena corrente de base, gera uma grande corrente de coletor**, o circuito utilizador mais simples que se pode obter com o componente, é aquele com a função única de "chave" eletrônica, cujo esqueminha vemos na figura. Supondo que na Entrada (esquerda) do arranjo apliquemos uma Tensão entre 3 e 15V (valores típicos para aplicações transistorizadas "universais"...), observamos que a presença do transístor no "ramo" **positivo** dessa linha,

Fig. 1

bloqueia a passagem de corrente quase que completamente, **até que** apliquemos ao ponto de controle "T" uma forte polarização **positiva** (lembrando que o componente do exemplo é um transístor NPN...). Ao ser aplicada tal polarização, a tensão limitada pelo resistor de **base** Rb determinará uma **corrente de base** na intensidade tal que (obviamente dependendo do valor calculado para Rb, que depende do **ganho** ou fator **hFE** do transístor...) permitirá a "saturação" (condução plena de corrente entre **coletor** e **emissor**) do transístor... A "chave fechará", permitindo a (quase) livre passagem da energia aplicada, para os terminais à **direita** do diagrama. Embora muito simples e direta, essa aplicação prática do transístor é **muito** usada em circuitos reais, com os quais o Leitor/Aluno irá se deparar ao longo da sua vida "Eletrônica"...

- **FIG. 1-B** - Redesenhando o arranjo mostrado em 1-A, podemos intercalar um interruptor de pressão (**push-button** PB) entre o resistor de **base** (Rb) e a linha da conveniente polarização (positivo da alimentação) e, ao mesmo tempo, aplicar como "carga" de **coletor** do transístor um resistor (Rc), sobre o qual se desenvolverá a corrente considerada "de Saída" do sistema. Tornando a lembrar que o componente do exemplo é de polaridade NPN, temos que a corrente de **base** (Ib) é função da tensão geral de alimentação e do próprio valor ôhmico de Rb (ver a "velha" Lei de Ohm, em ABC nº 1...). Essa corrente, "multiplicada" pelo ganho (hFE) do transístor, se manifestará na forma de uma corrente de **coletor** (Ic) muito mais intensa, desenvolvendo-se sobre Rc. Notar ainda que, na configuração exemplificada, a corrente de **emissor** (Ie) nada mais é do que a **soma** das correntes de **base** (Ib) e de **coletor** (Ic), uma vez que o **emissor** é o terminal que promove o "retorno comum" da energia ao "outro polo" da alimentação... Chamamos essa configuração, tecnicamente, de EMISSOR COMUM (detalhes mais adiante...). Observar que, se calcularmos o valor de Rb em função da Tensão geral de alimentação, ganho (hFE) do transístor, e máxima corrente de **coletor** (um dos parâmetros/limites do transístor, como vimos na "Aula" anterior - e também na presente...), podemos facilmente "saturar" o transístor. Isso nos permite utilizar o componente como um autêntico "relê eletrônico", onde uma **pequena** aplicação de energia (minúscula corrente Ib) pode controlar uma **grande** dose de energia (grande corrente Ic). Essa configuração esquematiza também **uma** das mais simples utilizações práticas do transístor... É uma espécie de "amplificação tudo ou nada", ou seja: com o **push-button** PB "aberto", não há corrente Ib, o transístor permanece "cortado", e não há corrente Ic... Já com PB "apertado" (fechado), desenvolve-se a corrente Ib, que, pela ação do transístor, proporciona a intensa corrente Ic sobre a "carga" (resistor Rc). Se a "carga" (Rc) for representada, na prática, por uma lâmpada, um motor, etc. (sempre respeitados os parâmetros/limites do transístor), verifica-se que podemos controlar o funcionamento, na base do "liga-desliga", dessa "carga", a partir de baixíssima corrente de **base** (Ib).

- **FIG. 1-C** - Num transístor PNP a "coisa" funciona exatamente da mesma maneira, porém , devido às polaridades invertidas dos materiais semicondutores intrínsecos (ver "Aula" anterior...), temos que "re-arrumar" o circuito, ligando o **emissor** agora ao **positivo** da alimentação, o **coletor** - através da "carga" Rc - ao **negativo**, e proporcionar polarização de **base** agora **negativa** (via **push-button** PB e resistor Rb...). No mais, o funcionamento geral é idêntico ao mostrado pelo arranjo 1-B (com transístor NPN). Também nesse caso, a Ie constitui a **soma** de Ib e Ic, uma vez que é pelo **emissor** que "entra" (sentido convencional da corrente - ver "Aula" nº 3...) a totalidade da corrente manejada pelo transístor e "usada" pela "carga" Rc...

Até agora falamos muito em CORRENTE... Não é "de graça". Basicamente um transístor é um dispositivo AMPLIFICADOR DE CORRENTE (uma pequena corrente na Entrada do bloco, determina a circulação de uma grande corrente na Saída...). Entretanto, se levarmos em conta que todo e qualquer dispositivo ou circuito é **também** resistivo e que (conforme vimos na 1ª "Aula" do ABC...) CORRENTE, TENSÃO e RESISTÊNCIA

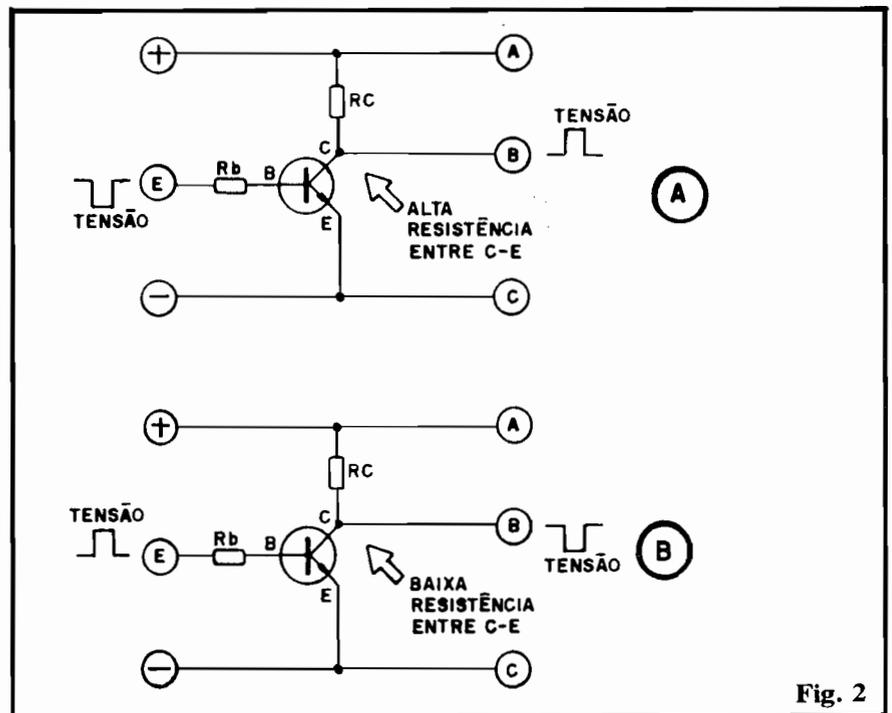



Fig. 2

são rígida e proporcionalmente **dependentes**, fenômenos quanto à TENSÃO **também** se verificam no funcionamento básico de um transístor, conforme veremos nas figuras e exemplos a seguir:

- **FIG. 2-A** - Se, no arranjo básico com um transístor, aplicarmos à entrada do sistema (ponto E) uma tensão **baixa** ou **nula** (ligando momentaneamente - por exemplo - o ponto E ao **negativo** da alimentação...), teremos um transístor "cortado", mostrando uma elevada resistência entre **coletor** e **emissor**. Essa "dificultação" à corrente é **tão** grande que, para todos os efeitos, o **coletor** encontra-se sob o mesmo potencial da linha do **positivo** da alimentação (principalmente considerando-se que o valor de Rc é, normalmente, moderado...). Manifesta-se, então, no ponto de Saída B (**coletor** do transístor), uma tensão **elevada** (muito próxima do valor presente em A ou linha do **positivo** da alimentação. Assim, nota-se que um **transístor**, na sua configuração amplificadora mais simples e direta (em emissor comum, e na base do "tudo ou nada"...) funciona como um INVERSOR da tensão aplicada ao seu terminal de **base** (se "tomarmos" como Saída o **coletor** do dito cujo...).

- **FIG. 2-B** - Para confirmar essa propriedade "inversora" de tensão do transístor na configuração circuital mais simples, basta levarmos a Entrada E, momentaneamente a uma tensão **elevada** (ligando tal ponto - por exemplo - ao **positivo** da alimentação...). Nesse caso, o transístor entra em "saturação" (sempre pressupondo que o valor de Rb foi calculado previamente para tal...), praticamente "curto-circuitando" o ponto B de Saída (correspondente ao **coletor** do componente...) com a linha do **negativo** da alimentação. Em outras palavras: manifesta-se na Saída (B), uma tensão muito **baixa** (praticamente **nula**, extremamente próxima do **negativo** presente na linha C...). Comparando as duas figuras (2-A e 2-B) e os gráficos de Tensão nos respectivos pontos de Entrada e Saída, é fácil notar e comprovar a função inversora do **transístor**, quanto à Tensão, e nessa configuração básica!

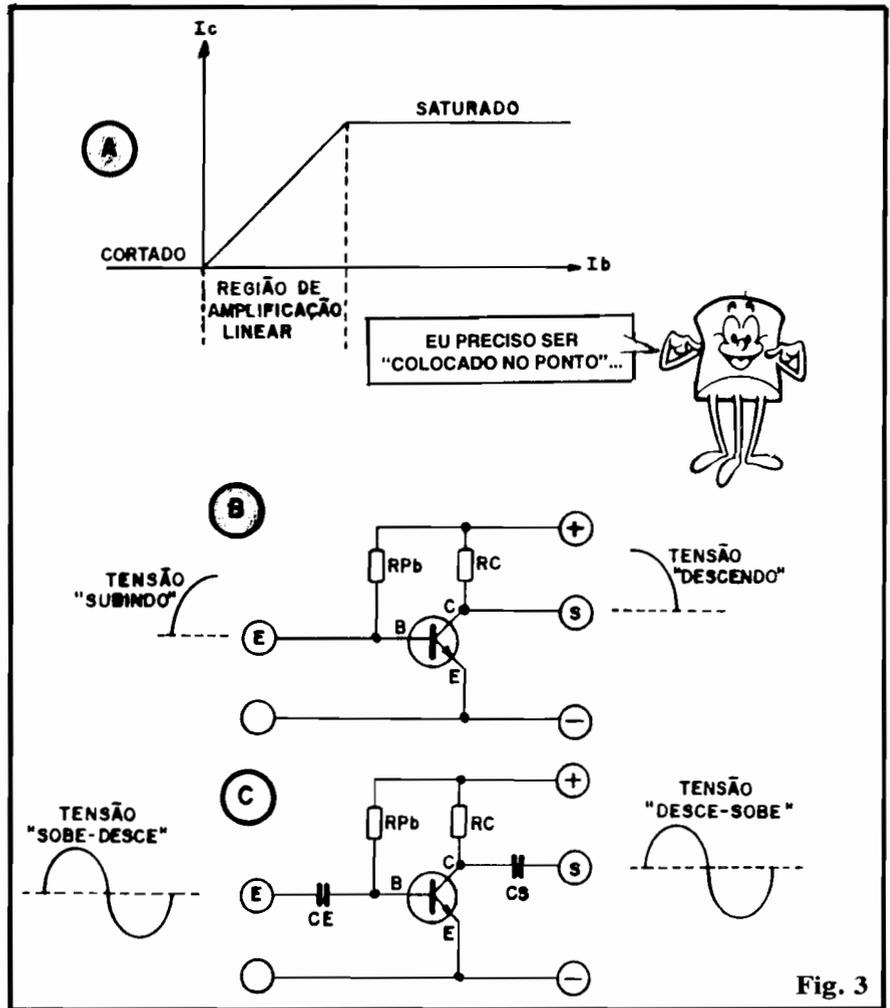



Fig. 3

Até o momento vimos o transístor em "trabalhos radicais", tipo "tudo ou nada"... Entretanto, para utilizarmos o componente como um AMPLIFICADOR DE SINAIS, ou seja: funcionando como uma espécie de "lente de aumento" para a corrente, mostrando no seu **coletor** uma corrente amplificada, porém **linearmente proporcional** à corrente de **base**, temos que levar em conta outros importantes fatores e fenômenos inerentes ao transístor bipolar...

- **FIG. 3-A** - Para que um transístor possa trabalhar como amplificador "proporcional" das pequenas variações de **tensão** (e, consequentemente, de **corrente** - olha a "velha" Lei de Ohm...) aplicadas ao seu terminal de **base**, esta deve ser previamente polarizada sob uma tensão tal que leve o componente a um "ponto" **médio** (nem "saturado", nem "cortado"...). Esse "ponto de funcionamento" situa-se na chamada **Região Linear** da curva que referencia a corrente de **coletor** em função da corrente de **base**. O gráfico (simplificado...) da fig. 3-A mostra a tal "Região Linear" da curva... É bom lembrar desde já que a junção **base/emissor** (por enquanto estamos falando apenas nos transístores NPN, com as devidas "inversões" nas polaridades, **tudo** o que for explicado vale também para os do tipo PNP, não se esqueçam...), conforme vimos na "Aula" anterior, pode ser interpretada como um simples diodo (junção P-N...) e que assim tem a sua **barreira de potencial** (ver "Lição" sobre os Diodos, em ABC nº 3...) a ser "vencida"! Num transístor bipolar típico, esse "degrau" situa-se em aproxima-

damente 0,6V. Então, **não existirá** corrente de **base** a menos que elevemos a tensão, a esse terminal aplicada, a um valor **igual ou superior** a 0,6V! Esse valor é uma "Tensão Chave" para a **base** de qualquer transístor, que permanecerá "incapacitado" enquanto tal valor mínimo não lhe for apresentado no dito terminal...!

- **FIG. 3-B** - Calculando-se o valor do resistor de polarização de base Rb de modo a situar o transístor na sua "Região Linear" (tensão de **base** superior a 0,6V, mas sob corrente "não tão grande" a ponto de saturar o componente - o que levaria a corrente de **coletor** a estabilizar-se num platô máximo - ver fig. 3-A...), podemos então fazê-lo amplificar **proporcionalmente** os sinais ou variações de tensão aplicadas à **base.** Nessa condição ideal de funcionamento linear, mantem-se a propriedade **inversora** (quanto à Tensão) já explicada: se a variação da Tensão do sinal aplicado à base for "para cima", a Tensão manifestada no **coletor** variará "para baixo" (e vice-versa...), e isso mantendo rigorosamente o "desenho" da curva de tensão aplicada à Entrada!

- **FIG. 3-C** - Notem que até agora mostramos todos os esquemas ou configurações como se os sinais, tensões e correntes aplicadas à **base** do transístor, fossem do tipo **contínuo** (de polaridade única...). Mas e quanto à Corrente Alternada (que, como já sabemos, "inverte" sua própria polaridade, de acordo com um rítmo que chamamos de FREQUÊNCIA...)? Um transístor comum pode, perfeitamente, manejar também sinais em Corrente Alternada, a partir de alguns cuidados simples: costumeiramente intercalamos, na linha de Entrada E e de Saída S, capacitores (que isolam o transístor dos demais blocos, quanto à C.C. porém **permitem** o trânsito da C.A.). A carga/descarga desses capacitores "acompanha" as variações de tensão e polaridade dos sinais aplicados (ou "emergentes"...) permitindo assim ao transístor realizar a sua amplificação proporcional (linear), da mesma forma que o faria com sinais ou tensões de polaridade contínua...! Observem ainda que a propriedade "inversora" da configuração **se mantém** , ocorrendo o que chamamos de "inversão de fase", ou seja: quando se manifesta na Entrada um semi-ciclo **positivo** (pra "cima"), apresenta-se na Saída um semi-ciclo, de igual "desenho", porém **negativo** (para "baixo") e vice-versa! É justamente graças a essas propriedades e "arranjos" circuitais, que transístores podem ser (e são) usados nos amplificadores de áudio de alta-fidelidade, por exemplo...

●●●●●

AS CONFIGURAÇÕES CIRCUITAIS

Em todos os esquemas/exemplos mostrados até aqui, consideramos a Entrada do sistema amplificador transistorizado, como o "percurso" **base/emissor**, recolhendo-se a Saída no "percurso" **coletor/emissor.** É fácil notar que o terminal de **emissor**, então, é "comum" à Entrada e à Saída ("serve" às duas funções...). Essa é a configuração circuital mais comunente adotada para o funcionamento do transístor como amplificador, muito propriamente chamada de EMISSOR COMUM... Existem porém outras maneiras de se aplicar o sinal a ser amplificado aos terminais do transístor, e de se "recolher" a manifestação já amplificada pelo componente! As configurações básicas são três: EMISSOR COMUM, COLETOR COMUM, e BASE COMUM, conforme detalhes nas próximas figuras:

- **FIG. 4** - EMISSOR COMUM - No esboço simplificado (4-A) fica claro como o **emissor** "serve" tanto à linha de Entrada (E) quanto à de Saída (S). Na prática, num circuito de amplificação de sinais em C.A., o arranjo fica conforme mostrado em 4-B, incluindo os capacitores de entrada (CE) e saída (CS), que podem, no caso de amplificação de sinais ou tensões contínuas, de polaridade única, serem omitidos... Nessa configuração o **ganho** (fator de amplificação) é bastante elevado, sendo alta a relação entre a corrente de **coletor** e a de **base.** Notar (já mostrado) que no arranjo em EMISSOR COMUM ocorre a inversão da fase ou da polaridade do sinal aplicado à entrada. A **IMPEDÂNCIA** de entrada, no caso, é **baixa**, uma vez que o sinal é aplicado ao "diodo" diretamente polarizado formado pela junção base/emissor. Já a IMPEDÂNCIA

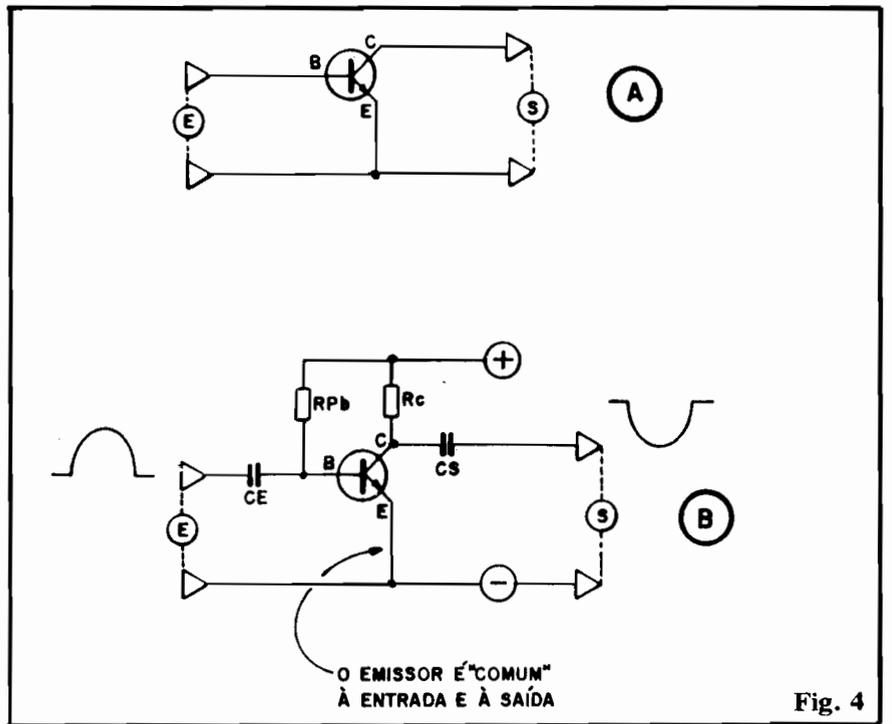
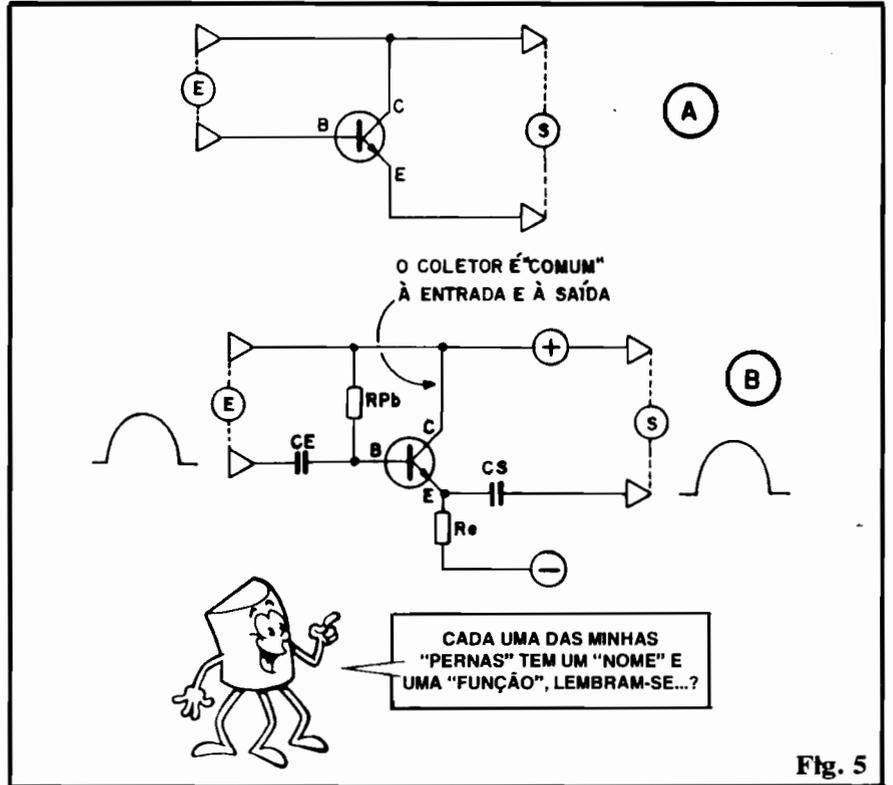
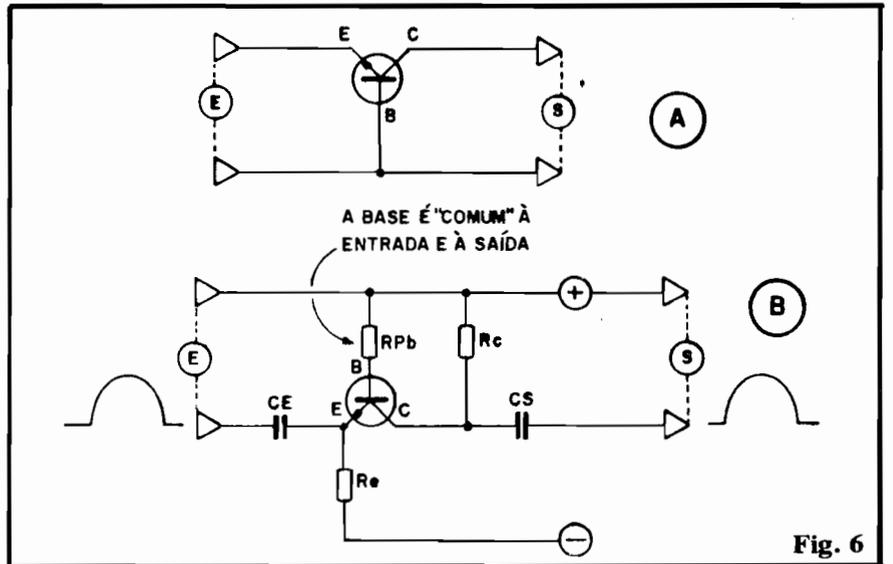



Fig. 4

de saída é **alta**, já que o sinal amplificado é recolhido no "divisor" formado pelo próprio transístor e sua "carga" de **coletor** (Rc). Falaremos mais sobre esse "negócio" de IMPEDÂNCIA, logo mais...

- **FIG. 5** - COLETOR COMUM - O esboço do arranjo (5-A) mostra como o **coletor** "serve" tanto à Entrada (E) quanto à Saída (S) do bloco amplificador. Numa configuração prática, a disposição do circuito fica como mostrado em 5-B. Notar que nesse caso, é costumeiro recolher-se a Saída no **emissor** do transístor, "carregado" pelo resistor Re. Observar que os capacitores CE e CS são normalmente intercalados (para funcionamento com sinais alternado) na função de "bloqueio" de C.C. (tais capacitores **podem** não ser necessários, em amplificação de C.C. ou em certos tipos de acoplamento, detalhados mais adiante, ainda na presente "Aula"...). Pelas formas (gráficos) de onda exemplificadas na figura, verificamos ainda que nessa configuração **não ocorre** a "inversão de fase" ou polaridade (que se verifica - como vimos - na configuração em EMISSOR COMUM). A IMPEDÂNCIA de entrada é **alta**, enquanto que a de saída é **baixa** (características inversas às verificadas em EMISSOR COMUM, portanto...). O ganho de **corrente** é bom, porém o ganho de **tensão** (ao contrário do que ocorre em EMISSOR COMUM) é muito baixo (o resistor de carga de **emissor**, Re, é normalmente de valor baixo, proporcionando um reduzido "diferencial" de tensão com relação à linha do **negativo**).

- **FIG. 6** - BASE COMUM - Em 6-A temos o diagrama básico, configurando a posição do terminal de **base** "comum" à Entrada (E) e à Saída (S) (a **base** "serve" às duas terminações...). A IMPEDÂNCIA da entrada é **muito baixa**, enquanto que a de saída é **muito alta**. Já o ganho (fator de amplificação) de corrente é "menor do que 1", porém o ganho de tensão é substancial. Em 6-B temos um diagrama mais completo da configuração, numa utilização prática, observando-se a presença dos capacitores de isolação CE e CS, usados na amplificação de C.A. (porém omitidos na amplificação de C.C. ou dependendo do acoplamento com os outros blocos de amplificação...).

O COLETOR É "COMUM" À ENTRADA E À SAÍDA

CADA UMA DAS MINHAS "PERNAS" TEM UM "NOME" E UMA "FUNÇÃO", LEMBRAM-SE...?

Fig. 5

Fig. 6

●●●●●

A IMPORTÂNCIA DA IMPEDÂNCIA...

Esse sub-título em "versinho" carrega **importantes** aspectos para o bom funcionamento de qualquer bloco amplificador transistorizado (na verdade, como verificaremos ao longo do nosso "Curso", tem importância em **todo** e qualquer acoplamento de módulos, blocos, componentes ou estágios eletrônicos...).

Para que haja uma perfeita "transferência" de energia entre os blocos que formam um circuito, é necessário que a impedância de Saída de determinado módulo seja "tão igual" quanto possível à impedância de Entrada do bloco seguinte! Essa "impedância" pode ser considerada como a "resistên-

cia" que um bloco "vê" ou "sente", com relação ao outro. Se não houver um bom "casamento", o conjunto não funcionará na sua melhor condição! Vamos a uma analogia simples, para Vocês "pegarem" a "coisa"...

- Em um trem de carga, com muitos vagões pesados, são acopladas **duas** locomotivas para puxar o comboio (isso é muito comum na "vida real" e vários dos Leitores/Alunos já devem ter visto...), de modo a **somar** as suas potências no "arrasto" dos vagões carregados.

- Se uma das locomotivas tiver uma potência de, digamos, 5.000 HP, e a outra 10.000 HP, esta última terá que exercer **dois** "esforços" simultâneos: um para "puxar" o trem, e outro para "empurrar" a outra locomotiva, que é mais fraca, em termos de potência! Se, então, as duas locomotivas tiverem também "curvas de velocidade" diferentes, o problema torna-se ainda maior, com uma "travando" a outra... Ao invés dos 15.000 HP esperados, temos uma sensível perda no rendimento de "força" do sistema!

- Já se forem usadas duas locomotivas rigorosamente iguais, em potência (digamos, 7.500HP cada uma) e em "curva de velocidade", elas poderão facilmente serem igualmente aceleradas, somando as suas forças de deslocamento, totalizando os esperados 15.000 HP, com o que o rendimento do sistema situa-se em ponto ótimo!

- O **mesmo** ocorre quanto aos diversos blocos ou módulos de circuitos eletro-eletrônicos: se não houver uma perfeita "identidade" de potências, resistências, intensidades, entre a "frente" de um e a "traseira" do próximo, eles se "arrastarão", se atrapalharão um ao outro, em detrimento do rendimento geral esperado no arranjo... "Pegaram"...?

●●●●●

TRANSÍSTORES "EM FILA" ("A UNIÃO FAZ A FORÇA"...)

Fig. 7

- **FIG. 7** - Já entendido que basicamente um transístor serve para **amplificar** sinais ou estados elétricos débeis, elevando (tanto "radicalmente", quanto "proporcionalmente", dependendo da aplicação desejada...) seus níveis de tensão, corrente ou potência, temos que um dos principais parâmetros do componente é justamente o seu **ganho** (fator de amplificação) que, no que tange à **corrente**, é denominado hFE (ver "Aula" anterior...). Nem sempre, contudo, um único transístor apresenta o ganho necessário à requerida amplificação do sinal, para determinadas aplicações... O que fazer, então...? Simples: "enfileirar" **mais de um** transístor, de modo que cada um "reforce" ainda mais a amplificação já realizada pelo que "está atrás"! Em outras palavras: a Entrada de cada bloco amplificador recebe o sinal da Saída do bloco anterior. Com isso obtemos uma amplificação "acumulada" ou "multiplicada"! Observando o diagrama de blocos (7), vemos que dois transístores (não são vistos - para simplificação - mas ambos, naturalmente, têm seus resistores de polarização, carga, etc.) estão "enfileirados" numa função amplificadora. Notem que o **ganho total** do sistema resulta diretamente do **produto** dos ganhos individuais dos blocos. Assim, se o primeiro transístor mostra um hFE de "A" e o segundo um hFE de "B", o fator de amplificação geral do conjunto (entre os pontos (E) e (S) é igual a "A x B"). Se cada um dos dois **transístores**, no caso, puder mostrar um ganho (hFE) de "100" (valor muito comum entre os transístores de pequena potência...), podemos esperar um ganho geral de "10.000" (100 x 100). Em termos numéricos, se aplicarmos à Entrada (E) uma corrente de 100uA (cem microampéres), podemos esperar até 1A (um ampére) na Saída (S)! NÃO ESQUECER, porém, dos **outros** limites dos transístores... A condição/exemplo apenas poderá ser obtida, se o segundo transístor da "fila" suportar uma Ic max. de 1A, caso contrário, **nada feito...** Finalmente, notar que o "truque" não se limita a **dois** transístores! Podemos, na prática, aumentar a "fila", colocando mais transístores em função amplificadora, até obtermos os desejados níveis de corrente, tensão, potência, etc., na saída final...!

●●●●●

EXPERIÊNCIA (FAZENDO UM "SUPER-TRANSÍSTOR")

A EXPERIÊNCIA ilustra e "prova" vários conceitos já vistos e a serem abordados em seguida, sendo muito importante a sua reali-

zação, para que o Leitor/Aluno possa verificar, "ao vivo" (como é costume nas "Lições" do ABC...) aquilo que está aprendendo em "papo"... Nessa EXPERIÊNCIA, vamos justamente "enfileirar" **dois** transístores, de modo a obter um **super-ganho**, capaz de, a partir de uma "minusculinha" corrente na Entrada, acionar um LED (que precisa, para acender, de alguns substanciais miliampéres - como vimos na "Aula" nº 5...). Assim, ao mesmo tempo, estaremos comprovando:

- A possibilidade de se "enfileirar" os transístores para obtermos um fator de amplificação mais "bravo".
- O chamado arranjo **Darlington** (super-ganho)
- O **acoplamento direto** (sem a interveniência de resistores...).

A seguir, a LISTA DE PEÇAS para a EXPERIÊNCIA... Os componentes são poucos, de baixo custo, e poderão ser todos reaproveitados, futuramente, em outras montagens, Experimentais ou Práticas, que surgirem nas "Aulas" do ABC...

LISTA DE PEÇAS (EXPERIÊNCIA)

- 2 - Transístores BC548 ou equivalentes
- 1 - LED vermelho, redondo, 5 mm (bom rendimento luminoso)
- 1 - Barra de conetores parafusáveis ("Sindal") com 7 segmentos (pode ser cortado de uma barra "inteira", que tem 12 segmentos...).
- 1 - Suporte para 2 pilhas pequenas
- - Fio para as ligações

- **NOTA**: Quem já adquiriu os componentes, peças e materiais para as EXPERIÊNCIAS das "Aulas" anteriores do ABC, seguramente **já possuirá** tudo o que é necessário à presente EXPERIÊNCIA. Entretanto, quem quiser "incrementar" o seu estoque de peças, visando o futuro (isso é **sempre** bom...) pode comprar os componentes específicos, ou até adquirí-los dentro do "Pacote/Aula" referente à presente ABC - ver Anúncio e condições de solicitação, em outra parte da Revista).

- **FIG. 8-A** - Esqueminha do circuito da EXPERIÊNCIA... Conforme já foi dito, nada mais são do que dois transístores "enfileirados" de forma a "multiplicar" os seus ganhos (fatores de amplificação). Por enquanto não daremos detalhes teóricos a respeito (logo adiante falaremos nisso...). O importante, principalmente para o "Aluno recém-chegante" (e que deve, URGENTEMENTE, providenciar a aquisição das Revistas/Aula anteriores, para não ficar "boiando"...) é notar que um esquema nada mais é do que uma espécie de "mapa" do circuito, desenhado a partir das representações simbólicas dos componentes e suas ligações... Tanto os transístores quanto o LED **já foram** estudados nesses aspectos (aparência, símbolo, identificação de terminais...) e assim basta ao "Aluno" recorrer às informações já mostradas no nosso "Curso", se persistirem dúvidas...

- **FIG. 8-B** - Diagrama de montagem da EXPERIÊNCIA (chamamos de "chapeado" à vista **real** dos componentes, suas ligações e conexões com o "substrato" do circuito. No caso, usamos a "velha" (explicada nas primeiras "Aulas") técnica da montagem **sem solda**, sobre barra de conetores parafusáveis. ATENÇÃO às posições dos dois transístores (e à identificação dos seus terminais) e do LED (idem). Observar também a polaridade da alimentação (fio **vermelho** do suporte de pilhas corresponde ao **positivo**, e fio **preto** ao **negativo**...). Observar a numeração atribuída aos segmentos da barra, e que serve como referência para evitar erros, facilitando a identificação de cada ponto de ligação (aqueles números "não estão lá", na barra "real", mas todos Vocês sabem contar até sete, não...?). Não esquecer dos "jumpers" (pedaços simples de

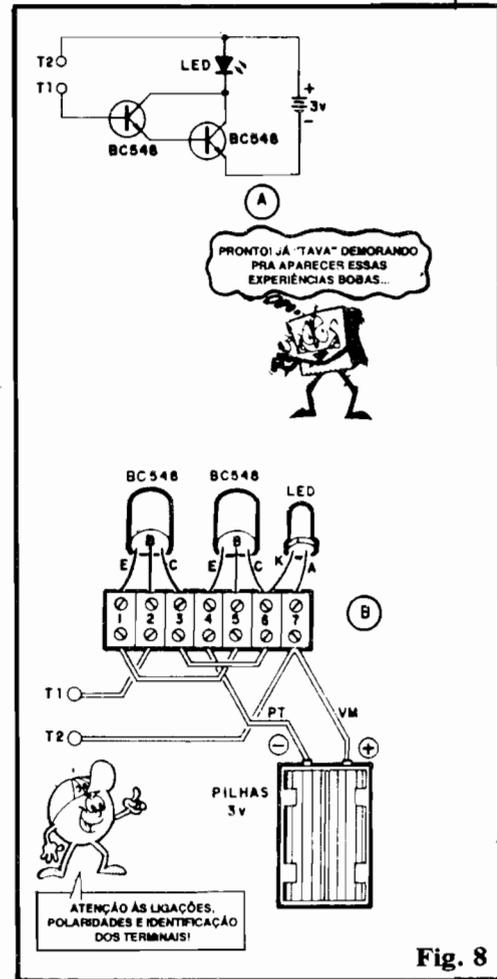



Fig. 8

fio interligando segmentos específicos da barra) entre os segmentos 1-5 e 3-6. Finalmente observar que os contatos T1-T2 nada mais são do que as pontas (devidamente "desencapadas") dos fios respectivos (ligados aos segmentos 2 e 7 da barra...).

- **FIG. 9** - Quem ainda for muito "tongão" na interpretação dos componentes, símbolos e terminais, pode recorrer à figura, que mostra os transístores e o LED, em aparência, representação simbólica e identificação de pinos (esses aspectos já foram exaustivamente "malhados" nas 6 'Aulas" anteriores do ABC, e já está mais do que na hora de Vocês terem decorado tudo... Logo, logo, essa "moleza" acaba...).

- **FIG. 10** - Sequência da EXPERIÊNCIA - Conforme já foi dito, os pontos T1 e T2 correspondem simplesmente às extremidades, livres do isolamento, dos dois fios

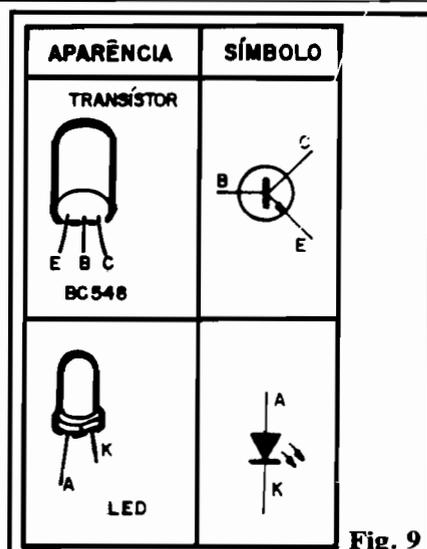



Fig. 9

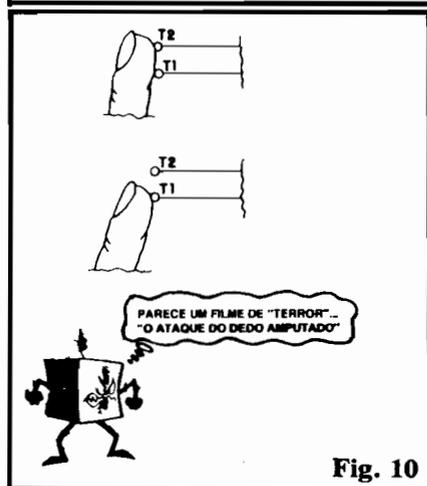



Fig. 10

(aos segmentos 2 e 7, respectivamente, da barra de conetores). A idéia da EXPERIÊNCIA é simples: fazer acender o LED, tocando os pontos T1 e T2, simultaneamente, com um dedo... Eletricamente, ao fazermos isso, estamos intercalando uma "RESISTÊNCIA" entre T1 e T2, ou seja: o próprio valor ôhmico da pele do dedo (geralmente em torno de 1M, se o dedo estiver limpo e seco - sem transpiração....). Essa relativa "condutibilidade" da pele explica-se devido ao fato dos tecidos orgânicos (material estrutural do nosso corpo...) serem formados, basicamente de... **água**, além de conterem inúmeros sais e ácidos que lhe conferem essa possibilidade de permitir a passagem (ainda que sob alta resistência...) da corrente elétrica... Voltando à parte "elétrica" da "coisa": essa resistência (vamos atribuir-lhe o valor de 1M, para efeito de cálculos...), sob a tensão de alimentação (3V) pode permitir, **no máximo**, a passagem de uma corrente muito pequena, que pode ser facilmente calculada:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{3}{1.000.000}$$

$$I = 0{,}000003A \text{ (três microampéres)}$$

Essa corrente (três milionésimos de ampére) é absolutamente **insuficiente** para o acionamento do LED. Agora vamos nos concentrar no **ganho** dos transístores: cada um dos BC548 apresenta um hFE de, **no mínimo**, "110". Na configuração adotada para o circuito (fig. 8-A) a corrente de **emissor** (Ie) do primeiro BC548 constitui a total corrente de **base** (Ib) do segundo transístor, com o que o "fruto" da Saída do primeiro, "alimenta" a Entrada do segundo, obtendo-se, no conjunto, a multiplicação dos ganhos individuais! Vamos, então, calcular esse ganho total, "por baixo"...

hFE tot = 110 x 110
hFE tot = 12.100

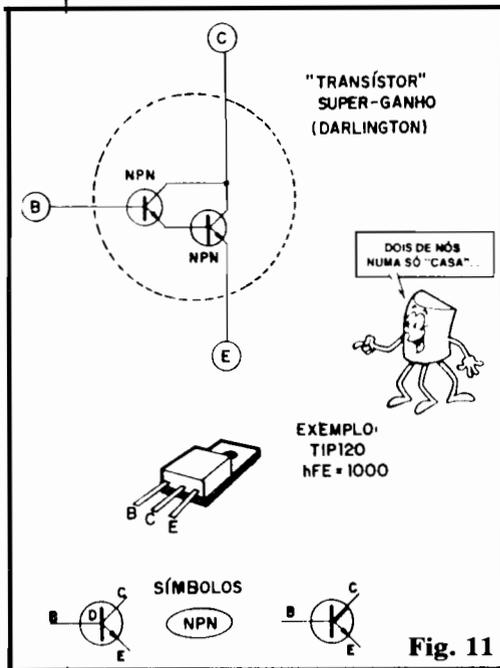
Esse ganho total (12.100) aplicado sobre a corrente de Entrada (0,000003A) resulta em até 0,036A (é só fazer a continha: 12.100 x 0,000003...), mais do que suficientes (e, a propósito, **dentro** dos limites, tanto dos transístores quanto do próprio LED...) para o acendimento do LED!

- **CONCLUSÕES DA EXPERIÊNCIA** - Deu pra "sentir"...? "Colocamos" 3 microampéres na Entrada do bloco e, com isso, pudemos "puxar" cerca de 36 miliampéres na sua Saída! É uma "baita" amplificação, não é...? E a "coisa" não fica por aí! Na fig. 10, em primeiro plano, temos a realização básica da EXPERIÊNCIA (dedo tocando simultaneamente **os dois** pontos, T1 e T2, para que a resistência da pele seja imposta ao circuito...), entretanto, se tocarmos com o dedo **apenas** o contato T1 (aquele que - ver esquema - está diretamente ligado ao terminal de **base** do primeiro transístor...) o LED **também** acenderá, ainda que fracamente... Como isso terá sido possível?! O nosso corpo, razoavelmente condutor, como já explicamos, funciona como um "pedaço de fio" na presença de um campo magnético, gerado pela eletricidade "passando" pela fiação da instalação elétrica do local (aquele "monte" de fios que estão dentro das paredes, aí da sua casa...). Se lembrarmos da "Lição" sobre os EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE (ABC nº 4) podemos então entender que o corpo de uma pessoa pode (e efetivamente funciona...) funcionar como o SECUNDÁRIO de um "transformador", recebendo e manifestando, por indução, uma certa tensão (que pode até ser medida por aparelhos sensíveis, à superfície da pele...). Pois bem... Essa pequeníssima tensão, introduzida diretamente à **base** do primeiro transístor do arranjo (fig. 8-A) determina uma "correntinha" extremamente fraca que, porém, após a "bravíssima" amplificação proporcionada pelo par de transístores "enfileirados", manifesta-se com intensidade suficiente (no **coletor** do segundo transístor...) para acender o LED, ainda que com luz fraquinha! Deu pra sentir o **poder** de amplificação de um "miserável" par de transístores...?

●●●●●

OS ACOPLAMENTOS

- **FIG. 11** - O arranjo mostrado originalmente para a EXPERIÊNCIA (fig. 8-A) nada mais é do que um **acoplamento** entre dois blocos de amplificação (cada um formado unicamente por **um** transístor...). Essa configuração é especificamente chamada de **DARLINGTON** e na verdade forma, a partir de dois transístores, um "super-transístor", de elevadíssimo ganho (produto do hFE dos dois componentes acoplados...). Externamente observando o conjunto, os dois **coleto-**

Fig. 11

res, juntos, funcionam como se fossem o COLETOR do super-transístor; a **base** do primeiro deles, atua como se fosse a BASE do super-transístor e o **emissor** do segundo **transístor** age como se fosse o EMISSOR do super-transístor. Notar ainda que o **emissor** do primeiro é **diretamente** ligado à **base** do segundo, de modo a promover o acoplamento direto, sem intermediações ou polarizações por resistor! Nesse arranjo, então, os parâmetros finais serão os seguintes:

- **Ic (max.)** - A corrente máxima de **coletor** "suportada" pelo **segundo** transístor.
- **Vce (max.)** - A máxima tensão aplicável entre **coletor e emissor** dos **dois** transístores.
- **hFE** - O **produto** do ganho individual dos **dois** transístores.
- P **(tot.)** - A potência ou dissipação máxima manejável pelo **segundo** transístor.

Assim, se no lugar do **primeiro** transístor colocarmos um componente de **pequena potência** e **alto ganho**, e, como **segundo** transístor, um de **alta potência** e **baixo ganho**, teremos como resultado final um "super-componente", para **alta potência** e com **alto ganho**! Na verdade a solução é tão boa que muitos fabricantes encapsulam arranjos **Darlington** (ver, na fig., o exemplo sob o código TIP120...) na forma externa de **um único transístor**! São componentes obviamente mais caros do que um transístor comum, mas facilitam muito certos projetos e montagens, onde os principais requisitos sejam a **compactação** e a redução do número de componentes (obtemos grande amplificação e grande potência final, a partir de poucas peças...). Ainda na fig. 11 temos os símbolos adotados para representar o "super-transístor" **Darlington** nos diagramas de circuitos... Os dois "visuais" valem, porém em ABC adotamos a norma mostrada à esquerda (um símbolo parecido com o de um transístor bipolar comum, com uma letra "D" dentro do círculo...). O símbolo com "traço duplo" no **coletor** (internamente ao círculo) também é adotado por muitos leiautistas...

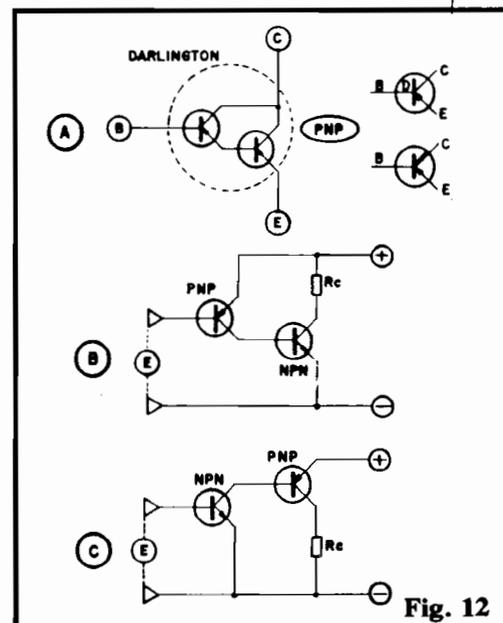
- **FIG. 12-A** - Com dois transístores PNP também pode ser "construído" um **Darlington**. O arranjo é absolutamente semelhante ao formado por unidades NPN (como nas figs. 8-A e 11), porém sempre considerando que as polarizações serão todas "invertidas"...

- **FIG. 12-B** - Além do arranjo **Darlington** (que é um tipo de acoplamento DIRETO, ou seja, com um mínimo de interveniência de "terceiros" componentes...) existem outros arranjos muito usados para "casar" dois transístores, de modo a usufruir da amplificação "reforçada" proporcionada pelo conjunto. O sistema mostrado na figura (um transístor PNP e um NPN) coloca o primeiro componente no "papel" do resistor de polarização de **base** do segundo, de modo que "excitando" a **base** do primeiro, proporcionamos uma alta corrente de **base** para o segundo, que então se desenvolve sobre a "carga" de **coletor** deste (Rc). O ganho é muito bom (não tão alto quanto um **Darlington**) e o arranjo **muito** utilizado, na prática...

- **FIG. 12-C** - Podemos, facilmente, "inverter" as posições dos transístores, colocando o NPN em primeiro lugar, e o PNP em segundo, re-arrumando o conjunto na forma indicada. Novamente o primeiro transístor trabalha como um "resistor variável" de polarização para a **base** do segundo, de modo que, aplicando-se um débil sinal à **base** do NPN, a **base** do PNP passa a receber, como **sua** excitação, a considerável corrente de **coletor** do primeiro, proporcionando boa potência final à carga (Rc), esta alimentada pelo **coletor** do segundo transístor (PNP, no caso...).

Como diferença básica entre as configurações já mostradas, notem que os diagramas 12-B e 12-C determinam o acoplamento direto do **coletor** do primeiro transístor à **base** do segundo, enquanto que no chamado arranjo **Darlington** (figs. 11 e 12-A) é o **emissor** do primeiro que fornece a corrente de **base** do segundo... Os casos 12-B e 12-C, portanto, exigem transístores de polaridade diferente (um NPN e um PNP), enquanto que o sistema **Darlington** faz uso de transístores de idêntica polaridade (dois NPN ou dois PNP...).

Existe ainda uma terceira maneira básica de promover o acoplamento **direto** entre dois transístores, procurando uma grande amplificação: consiste no uso de dois **transístores** de idêntica polaridade, porém com o **coletor** do primeiro ligado à **base** do segundo. Veja-

Fig. 12

mos:

- **FIG. 13-A** - Nessa configuração o resistor R e o primeiro transístor (PNP) constituem um "divisor" ou "derivador" de tensão, alimentando a **base** do segundo (também PNP). Assim, quanto menos polarização de **base** o primeiro receber, **mais** a **base** do segundo recebe (via resistor R), energizando proporcionalmente a carga (no **coletor** do segundo) representada por Rc.

- **FIG. 13-B** - Arranjo equivalente ao da fig. 13-A, porém agora com dois transístores NPN. O "comportamento" é em tudo igual ao diagrama da fig. anterior, porém considerando a inevitável "inversão" das polaridades. De novo o **primeiro** transístor mais o resistor R determinam um divisor de tensão variável, que fornece o sinal para a **base** do segundo, em proporção inversa à excitação de **base** aplicada ao **primeiro**. A carga Rc, no **coletor** do segundo transístor, recebe então a corrente final, após a dupla amplificação.

- **FIG. 14** - Acoplamento RC (Resistor/Capacitor) - Nem sempre é possível ou aconselhável, dependendo do tipo de sinais com os quais o conjunto amplificador vai trabalhar, além de outras características específicas da "fonte" do sinal, e do módulo que vai "usar" o sinal, depois de amplificado, o ACOPLAMENTO DIRETO (figs. 11-12-13). Em **muitos** casos circuitais específicos, torna-se necessária uma certa isolação (para C.C.) entre os módulos amplificadores. Podemos providenciar isso com a intercalação de CAPACITORES entre os diversos RESISTORES utilizados na POLARIZAÇÃO e "CARGA" dos transístores. Um arranjo típico é o mostrado na figura, onde o acoplamento do sinal entre os estágios de amplificação é feito, basicamente, pelo capacitor CA (sofrendo também a influência do Rc1 e Rb2). O resistor Rc1, normalmente, tem um valor **baixo**, já que a corrente de **coletor** do primeiro transístor circula toda por ele. Já Rb2 tem um valor normalmente mais elevado, uma vez que controla a corrente de polarização do segundo transístor, necessária à **base** desde, para que ele trabalhe na "região linear" da curva (o famoso "ponto", do qual já falamos...). O valor desse capacitor de acoplamento depende de vários fatores (que serão estudados no futuro), porém, basicamente, da FREQUÊNCIA do sinal que passará pelo sistema... Sinais de alta frequência exigem que o capacitor de acoplamento tenha uma pequena constante de tempo (caso contrário ele não "terá tempo" de carregar-se e descarregar-se, a cada ciclo do sinal...), ou seja: um valor também pequeno de capacitância... Já sinais "lentos" (de baixa frequência) pedem um capacitor de alto valor, para adequar a sua constante de tempo ao rítmo das variações do próprio sinal... É muito difícil (devido justamente a presença do capacitor CA) promover um perfeito "casamento" de impedâncias entre os estágios, nesse tipo de configuração... No entanto, as conveniências superam as inconveniências (e as perdas por "descasamento" podem - em parte - ser compensadas por outros "truques" circuitais...) e assim o arranjo é muito usado... Notar ainda os capacitores isoladores de Entrada (CE) e Saída (CS), que permitem, respectivamente, o acoplamento do conjunto com a "fonte" de sinal e o bloco que utilizará, "depois" do segundo transístor, o sinal já bem amplificado. Observar também a necessária presença de Rb1 (para polarizar a **base** do primeiro transístor, colocando-o no "ponto" de funcionamento...) e Rc2, como "carga" de coletor do segundo transístor, através da qual se manifesta o sinal amplificado, "recolhido" justamente no coletor do dito transístor...

Fig. 13

Fig. 14

- **FIG. 15** - Acoplamento a transformador - Na 4ª "Aula" do ABC já vimos que num transformador, pelo fenômeno da INDUÇÃO eletromagnética, os sinais elétricos (transições da tensão e da corrente...) podem ser "transferidos", de um enrolamento (primário, ou "P") para o outro (secundário, ou "S"...). Como podemos calcular com precisão as impedâncias e resistências ôhmicas dos dois enrolamentos, não é difícil dimensionar a coisa de modo que o enrolamento primário funcione como "carga" de **coletor** do primeiro transístor, enquanto que o secundário apresente os sinais nele induzidos, à **base** do segundo transístor (via capacitor de acoplamento e isolação CA...). Circuitos muito específicos usam, frequentemente, essa configuração, já que através de um cuidadoso cálculo do próprio transformador, podemos "casar" com grande precisão as impedâncias, adequando também os valores do circuito às frequências dos sinais

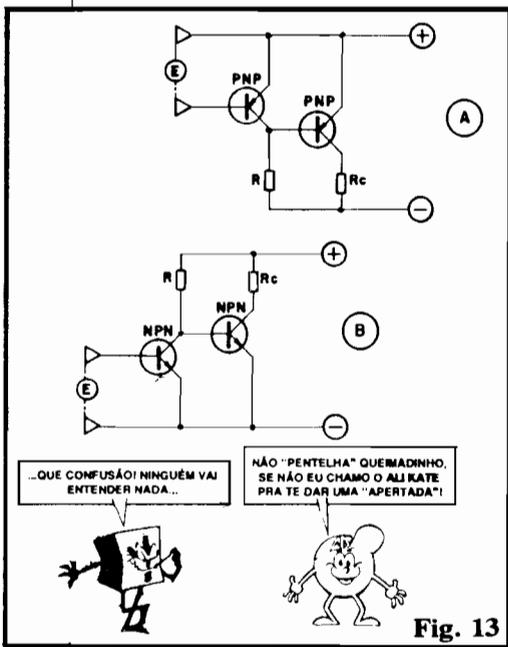
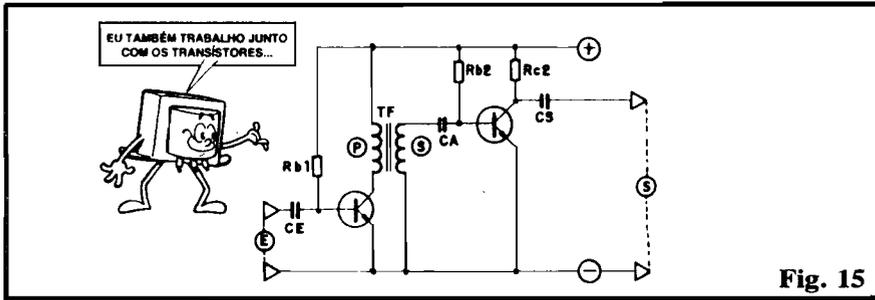
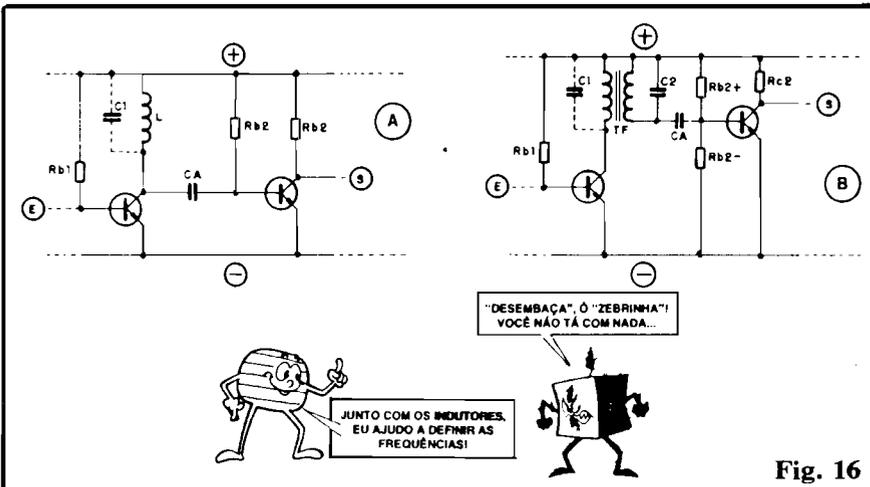



Fig. 15

manipulados (circuitos de alta frequência, normalmente presentes nos Rádios e TVs, por exemplo, "usam e abusam" dessa especial configuração amplificadora...).

- **FIG. 16** - Acoplamento L-C - Indutor/Capacitor, p/amplificação sintonizada - Uma interessante "fusão" dos métodos de acoplamento RC e o transformador, resulta no sistema chamado de LC, onde a "carga" do **coletor** do primeiro transístor é formada justamente por um INDUTOR (bobina), sendo o sinal normalmente acoplado a capacitor (CA) à **base** do segundo transístor (fig. 16-A). Se, em paralelo com o INDUTOR "L" colocarmos um capacitor de valor especialmente calculado (C1), podemos adequar rigidamente a constante de tempo do conjunto L-C (para frequências mais elevadas, é mais prático usar, em conjunto com o capacitor, um indutor, na determinação da constante de tempo desejada, caso em que chamamos esse "casamento" de RESSONÂNCIA, ou SINTONIA...) ao rítmo dos sinais a serem amplificados. Conseguimos, assim, a otimização dos "casamentos" (impedância, faixa de frequências "passante", etc.). O arranjo é assim muito utilizado em circuitos de Rádios, TVs, etc. Observem que a polarização de **base** do segundo transístor é obtida através de Rb2. Ainda na fig. 16, em B, temos uma interessante variação do acoplamento LC, agora usando um transformador (como em 15...), porém com seus dois enrolamentos devidamente sintonizados, pelas presenças de C1 e C2. Com tal artifício conseguimos tornar a faixa "passante" de frequências tão "aguda", que, na prática, apenas **uma** determinada frequência ou "rítmo" de sinal pode transitar pelo sistema, ficando todas as demais frequências severamente atenuadas! No futuro veremos algumas aplicações práticas dessa configuração (está presente, por exemplo, nos amplificadores de Frequência Intermediária - FI - dos aparelhos de Rádio...). Como um "gancho" para o próximo tema da presente "Lição" teórica, notem que a polarização de **base** do segundo transístor, no caso, não é mais feita a partir de um único resistor, mas sim por dois deles (Rb2+ e Rb2-), que nos permite determinar com grande precisão o "ponto" de funcionamento do segundo transístor, adequando-o ao melhor desempenho em função dos níveis de sinais manejados...

- **FIG. 17** - Transformadores de Entrada e de Saída - Uma vez que com transformadores especialmente calculados e enrolados podemos promover os mais precisos "casamentos" entre estágios, certas "fontes" de sinal e certos "utilizadores" do sinal final pedem a conexão ao circuito amplificador também via transformadores! Um perfeito casamento do transístor em EMISSOR COMUM (ver fig. 4) com uma fonte de sinal de baixa impedância, pode ser promovido por um transformador de Entrada (TE, na figura). Da mesma forma, uma adequação de impedâncias perfeita na conexão de Saída do arranjo, com "o que vem depois", às vezes exige a intercalação de um transformador de Saída (TS). Notem que os dois exemplos (transformador de entrada e transformador de saída) estão "concentrados" numa única figura, apenas para simplificar, porém suas aplicações podem ocorrer isoladamente, dependendo do circuito... Verifiquem novamente que a polarização de **base** do transístor está feita com **dois** resistores, em divisor de tensão, promovendo uma perfeita "colocação no ponto" do dito transístor, conveniente quanto queremos evitar ao máximo qualquer distorção nos sinais manejados...

•••••

O Leitor/Aluno deve considerar que - para efeito de simplificação - muitos dos exemplos aqui dados referem-se a transístores

Fig. 16

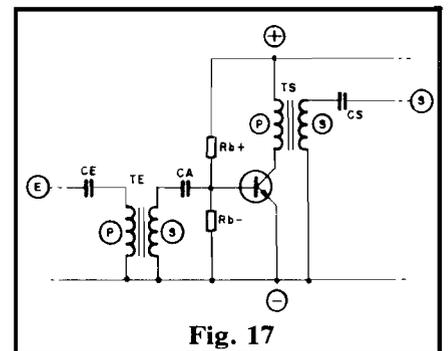



Fig. 17

NPN (também pela razão de que transístores **dessa** polaridade são **mais** usados nos circuitos...), porém, lembrando que "basta inverter as polaridades da alimentação" para que todos os arranjos e configurações possam ser implementados com unidades PNP...

●●●●●

A POLARIZAÇÃO

Existem cálculos razoavelmente complexos na determinação "matemática" da polarização ideal dos transístores, em função "do que" vão fazer num circuito, sob qual frequência, tensão, corrente, impedância, etc. Entretanto, para efeito de conhecimentos básicos (intenção do ABC...) é suficiente ao Leitor/Aluno, por enquanto, conhecer os **métodos** mais comuns de polarização...

Primeiro vamos ver "o que é" POLARIZAÇÃO (um termo muito usado, quando descrevemos tecnicamente circuitos transistorizados...): conforme já foi falado, para que um transístor possa amplificar linearmente, "proporcionalmente" os sinais ou variações de tensão/corrente apresentadas à sua Entrada (normalmente o terminal de **base**...), esta deverá estar recebendo previamente um certo nível de Corrente (que, pela Lei de Ohm, é determinado por uma certa Tensão, vencendo certa Resistência) e sempre sob um potencial **maior** do que o "degrau" de funcionamento de 0,6V... Apenas dessa forma podemos colocar o componente na sua "região de amplificação linear" ou seja: no "ponto" ideal de funcionamento, para uma amplificação sem distorções (sem que o transístor "deforme" o gráfico das formas de onda, conforme já vimos em exemplos anteriores, do sinal...). Uma vez dentro da "região linear", o ponto exato depende de vários outros fatores, como níveis mínimo e máximo de "excursão" da própria tensão do sinal a ser amplificado, nível de potência, tensão e corrente que "queremos" na saída do sistema (normalmente no **coletor** do "bichinho"...), etc.

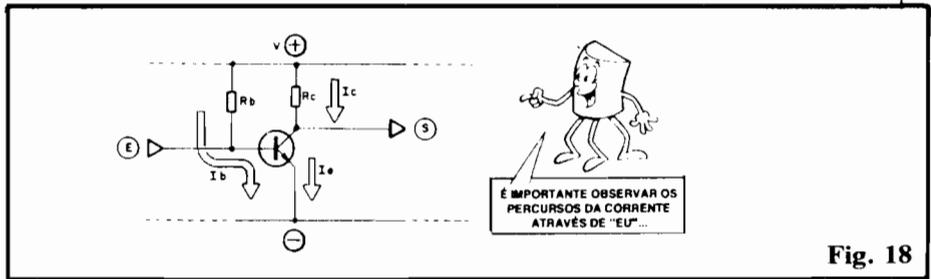



Fig. 18

- **FIG. 18** - Polarização com **um** resistor - No caso do exemplo, um transístor NPN, a **base** precisa estar "positiva" em relação ao **emissor**, para atingir o "degrau" de 0,6V, mínimo necessário para o componente entrar em trabalhos de amplificação... Assim, com um único resistor (Rb) entre a dita **base** e a linha do **positivo** da alimentação, podemos determinar com boa precisão a corrente de **base** (Ib). Esse vetor (Ib), juntamente com o ganho , mais o valor da carga de **coletor** (Rc), nos permite calcular progressivamente a corrente de **coletor** (Ic) e, por Ohm, a tensão de **coletor** (que, idealmente deve situar-se em **metade** do valor da tensão geral da alimentação (V), e assim por diante. Com um pouquinho de matemática (e, eventualmente, alguma experimentação...) chegamos a um valor conveniente para Rb. É um método simples de polarização, muito usado em circuitos sem muita rigidez de parâmetros, ou de características de funcionamento pouco críticas... Em alguns casos, contudo, apresenta um certo inconveniente de "instabilidade", que pode ser desenvolvida a partir de um aquecimento desenvolvido no transístor durante o funcionamento (função, às vezes, de fatores externos ao circuito...). Isso fará com que o "ponto" de funcionamento do transístor dentro da sua "região linear", "ande", deslocando todos os parâmetros do arranjo... Sem "medos" exagerados, contudo: sempre que a aplicação não for crítica, e que o transístor não esteja trabalhando "rente" aos seus limites de tensão, corrente e potência, nada impede (muito pelo contrário...) que utilizemos uma polarização simples, desse tipo (os Leitores/Alunos verão **muito** esse arranjo básico, nos circuitos das montagens Experimentais e Práticas do ABC...).

- **FIG. 19** - Polarização "automática" com **um** resistor - Muitos dos inconvenientes do método mais simples (fig. 18) podem ser sanados, "puxando-se" a polarização **positiva** de **base** não da linha geral de alimentação (−V), e sim do próprio **coletor** do transístor (através, portanto, do próprio resistor de "carga" de **coletor**, Rc...). Usando as "velhas" fórmulas que inter-relacionam Corrente, Tensão e Resistência, mais os parâmetros gerais do transístor e do circuito, podemos situar com facilidade o valor de Rb de modo a colocar o transístor no "ponto" desejado... Se fatores externos determinarem ou facilitarem um aquecimento progressivo do transístor, o natural incremento na corrente de **coletor** Ic causará uma queda na tensão de **coletor**, com o que **menos corrente** de **base** será fornecida (via Rb), "trazendo" novamente o transístor para o "ponto" originalmente calculado de funcionamento! Da mesma forma que ocorre com o método mais elementar de polarização (fig. 18), para "centrar" o transístor na sua "região linear" de funcionamento convém, na maioria dos casos,

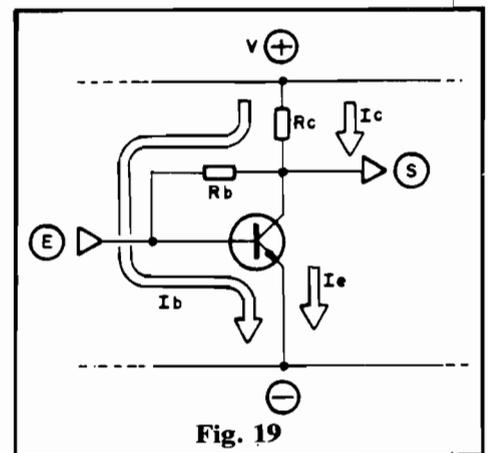



Fig. 19

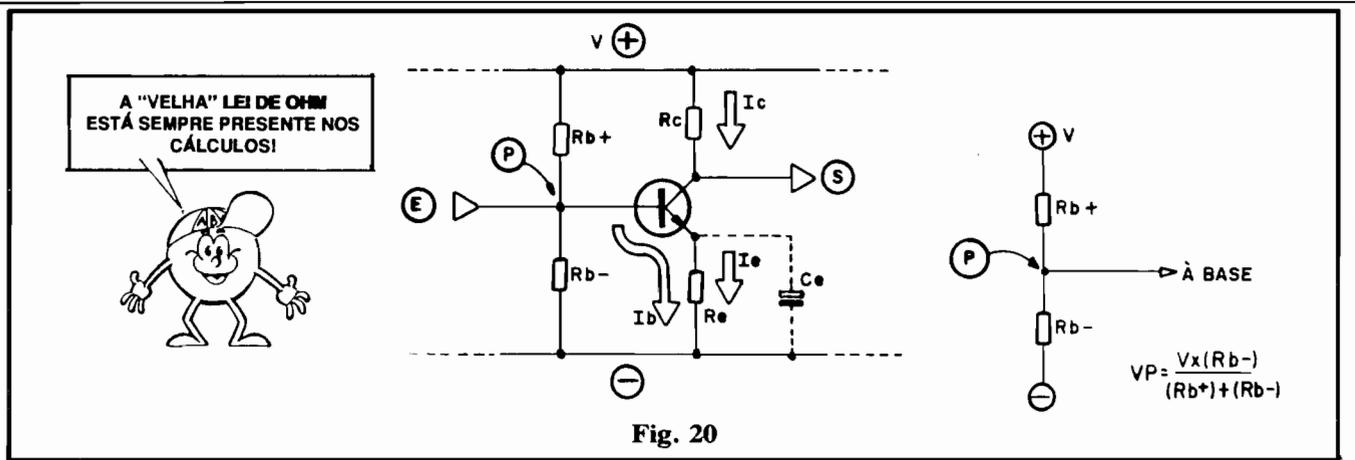



Fig. 20

dimensionar os valores de modo que a tensão "em repouso", no **coletor** do dito cujo, fique em torno da **metade** do valor da tensão geral **de** alimentação (V).

- **FIG. 20** - Polarização com divisor de tensão (2 resistores) - É o método "composto", mais complexo, de levar um transístor ao seu "ponto" ideal de funcionamento... Em compensação, é também a maneira mais precisa e segura, para o componente e para o funcionamento do circuito, de "fixar" tal "ponto"... Nesse caso, a **base** "puxa" a sua polarização, a partir da tensão mostrada no "nó" ou centro de um divisor feito com dois resistores, um **ao positivo** da alimentação (Rb+) e um ao **negativo** (Rb-). Com esse **método** podemos fixar a **tensão** referencial de base num ponto relativamente elevado. Num exemplo: se a tensão geral de alimentação (V+) for de 9V, com Rb− "valendo" 6K8 e Rb- tendo um valor de 1K5, verificamos que a tensão presente na intersecção (ponto "P" no pequeno diagrama anexo...) será de 1,6V aproximadamente. Basta utilizar a fórmula básica para um divisor de tensão simples (também mostrada na figura). Acontece que esse nível um tanto elevado de tensão, embora favoreça o "posicionamento" do transístor na localização ideal da sua "região linear" de funcionamento, induziria a uma corrente de **base** talvez excessiva... Entretanto, como a corrente de **base** (Ib) tem como "escoadouro" natural o próprio **emissor** do transístor (já que Ie é a **soma** de Ib mais Ic...), podemos automaticamente limitá-la também através de uma elevação (via resistor Re) da impedância de **emissor.** Com tais providências podemos colocar o transístor numa eficiente polarização automática, muito conveniente para a amplificação de sinais em CA sob um elevado "patamar" de CC (DETALHES LOGO ADIANTE), como é muito comum nos circuitos amplificadores... Finalmente, para que as rápidas variações do sinal amplificado não encarem como "obstáculo" o resistor de emissor Re, "paralelamos" este com um capacitor de passagem (Ce) o qual, para o sinal CA amplificado, oferece um percurso de baixa impedância (embora para C.C. o resistor Re naturalmente **eleve** a resistência de **emissor...**). Esse terceiro método é relativamente complexo, e exige alguns cálculos mais cuidadosos, entretanto, o seu excelente "automatismo" (o arránjo "se controla" sozinho, frente a amplas variações tanto na tensão de alimentação, quanto ao próprio nível do sinal manipulado...) mesmo que cometamos alguns erros grosseiros nos cálculos ou mesmo que estabeleçamos um tanto "empiricamente" os valores dos resistores (tendo como única "cartilha" os limites naturais do próprio transístor...), o bloco continuará funcionando adequadamente (cálculos absolutamente precisos apenas serão necessários em aplicações **muito** específicas, que fogem aos objetivos iniciais do "Curso" do ABC...).

●●●●●

SINAIS EM C.C. E EM C.A.

Na presente "Aula" (e em todas as demais, passadas ou futuras...) quando nos referimos a "sinais em C.C." estamos, obviamente, indicando apenas **níveis** de tensão de polaridade única, que podem, contudo, variar (e essa variação que - na maioria das vezes - queremos amplificar, para melhor manejá-la, detetá-la, usá-la no comando de módulos posteriores, etc.). Já quando mencionamos "sinal em C.A." (como é o caso de sinais de Áudio - manifestação "elétrica" do Som - ou de R.F. - frequências elevadas, usadas nas transmissões e recepções de Rádio, TV, etc.), na verdade não estamos nos referindo a uma C.A. "pura", mas sim a uma variação alternada de nível, que ocorre "encavalada" sobre uma polarização fixa de C.C. Complicou um pouco o entendimento...? Então vamos à figura, onde tudo fica mais claro:

- **FIG. 21-A** - Numa C.A. "pura" (ver gráfico de representação) temos um "patamar" fixo de **"zero" volts**, com os níveis de tensão alternando "para cima" desse patamar (semi-ciclos **positivos**) e "para baixo" do dito cujo (semiciclos **negativos**). Em outras palavras: com o nível de tensão no ponto "X" este estará "mais positivo" do que o referencial de "zero" volt; já com o nível de tensão no ponto "Y", este estará "mais negativo" do que o referencial de "zero" volt...

- **FIG. 21-B** - Já nos circuitos e componentes eletrônicos (na es-

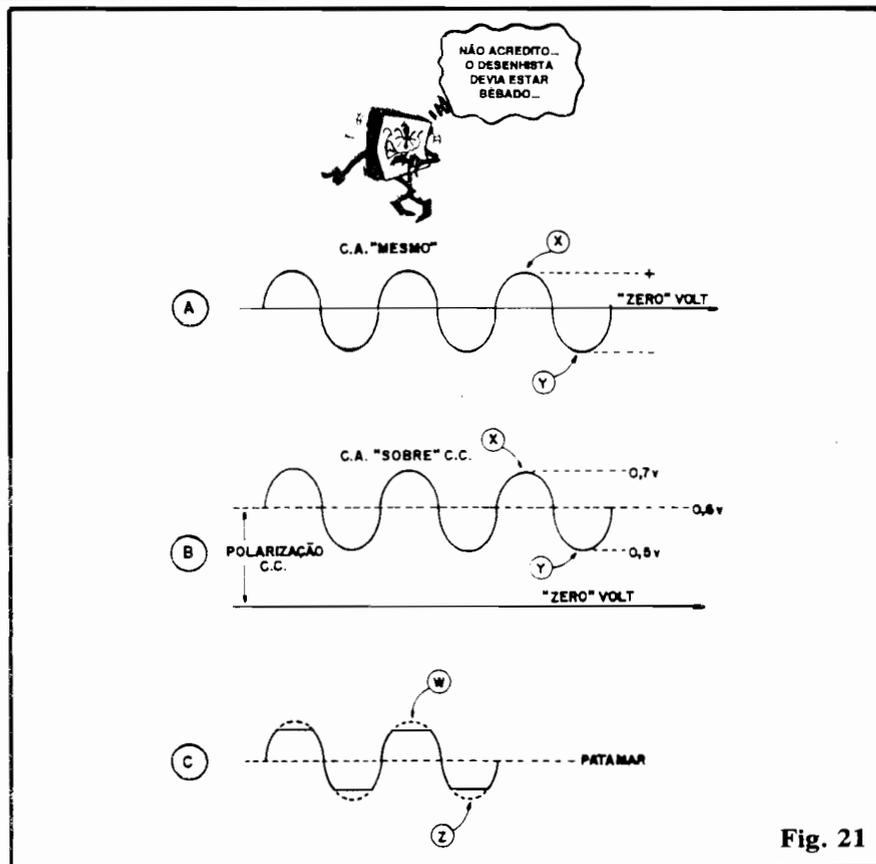



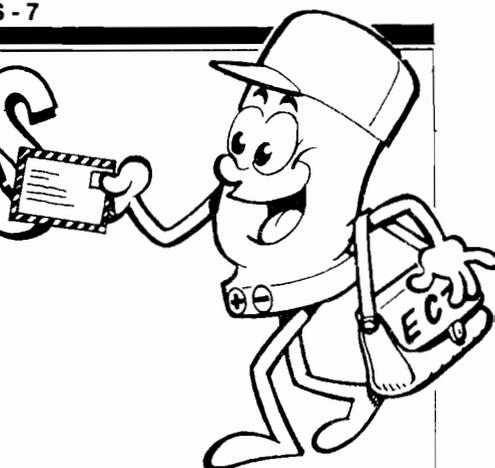
Fig. 21

magadora maioria das vezes...) o "referencial de zero" é, na verdade, representado pela linha do **negativo** da alimentação, frequentemente chamada de "linha de **terra**"... Os sinais que transitam, são amplificados ou manejados pelo circuito, situam-se sempre **"acima"** desse referencial, ou seja: tudo se passa como se tivéssemos uma C.A. "encavalada" **sobre** um nível ou patamar definido de C.C.! Num arranjo amplificador transistorizado típico existe um "patamar", ou nível de polarização C.C. (para a **base** do transístor) em torno de 0,6V (ou seja 0,6 volts **positivos**, em relação à "linha de terra", ou **negativo** geral da alimentação...). Esse patamar, por sua vez, "faz o papel" de um "segundo referencial" para o sinal de C.A. "encavalado", que pode alternar-se - por exemplo, entre 0,5 e 0,7V (ambos esses níveis medidos com relação aos "zero" volt **reais** do circuito (**negativo** da alimentação...). Assim, o ponto "X" **estará** apenas 0,1V "acima" do referencial de polarização, mas 0,7V "acima" da "linha de terra"; já o ponto "Y" estará 0,1V "abaixo" do patamar de polarização, porém ainda 0,5V "acima" da "linha de terra"... Pode parecer um pouco complicado, a princípio, mas basta atenção e uma análise visual cuidadosa dos gráficos, para entender a "coisa". Uma pequena analogia, para facilitar a intuição desses elementos: quando a meteorologista diz que "**as ondas terão um nível de 5 metros**", esse parâmetro está obviamente referenciado com relação à altura média da **tona da água** (chamado "nível do mar"...) e **não** à altura que as ondas atingirão com relação ao **fundo** do mar (caso em que aquelas mesmas "ondas de 5 metros" teriam que ser denominadas de "ondas de 105 metros" - se o mar, no local, tiver 100 metros de profundidade...). Nada complicado, não é...?

- **FIG. 21-C** - Esse conceito da "C.A. encavalada" sobre a C.C., bem como a correta determinação dos níveis de polarização do transístor têm muita importância quando se exige a absoluta "preservação" da forma de onda original do sinal (amplificação de "alta fidelidade"). Observando o gráfico 21-C vemos que o "topo" e o "fundo" dos ciclos representados, apresentam um corte ou achatamento (também chamado de "clipagem"...). Se pudéssemos "traduzir" os sinais elétricos em gráficos reais, como os mostrados (na realidade **podemos**, com o auxílio de um instrumento chamado OSCILOSCÓPIO, que estudaremos "um belo dia"...), verificaríamos que:

1 - Se o "corte" se dá apenas no topo do sinal (ponto "W"), isso indica que o transístor está "sub-polarizado", ou seja: a corrente de **base** "em repouso" está mais baixa do que devia estar.
2 - Se o corte ou "clipagem" se dá apenas no fundo do sinal (ponto "Z"), isso ocorre devido a uma "sobre-polarização", ou seja: a corrente "de espera", na **base**, está mais alta do que deveria estar.
3 - Finalmente, se o "achatamento" da forma de onda do sinal se dá tanto "em cima" (ponto "W") quanto "em baixo" (ponto "Z"), a polarização provavelmente estará correta (em termos de corrente), porém a própria **amplitude** (diferença de tensão entre os pontos "W" e "Z") do sinal é que estará excessiva.

As soluções são óbvias: No caso (1), modificamos os valores dos resistores de polarização, de modo a obter uma **maior** corrente de **base** "em repouso". No caso (2) fazemos as modificações nos valores de modo a obter **menor** corrente de **base** "em espera" (sem sinal). Finalmente, no caso (3), recalculamos o divisor de tensão que alimenta a **base**, de modo a oferecer um "patamar" mais alto, compatível com a excursão de níveis do sinal. Observar, contudo, que tais providências apenas são exigidas quando a absoluta **fidelidade** ao sinal for necessária... Em muitos casos, essas distorções ou "ciplagens" não tem assim tanta importância... (Sem "fanatismos", lembram-se...?).

●●●●●

A Seção de CARTAS da ABC destina-se, basicamente, a esclarecer pontos, matérias ou conceitos publicados na parte Teórica ou Prática da Revista, e que, eventualmente, não tenham sido bem compreendidos pelos Leitores/Alunos. Excepcionalmente, outros assuntos ou temas **podem** ser aqui abordados ou respondidos, a critério único da Equipe que produz ABC... As regras são as seguintes: (A) Expor a dúvida ou consulta com clareza, atendo-se aos pontos **já publicados** em APE. **Não** serão respondidas cartas sobre temas ainda não abordados... (B) Inevitavelmente as cartas só serão respondidas após uma pré-seleção, cujo crivo básico levará em conta os assuntos mais relevantes, que possam interessar ao maior número possível de Leitores/Alunos. (C) As cartas, quando respondidas, estarão também submetidas a uma inevitável "ordem cronológica" (as que chegarem primeiro serão respondidas antes, salvo critério de importância, que prevalecerá sobre a "ordem cronológica"...). (D) NÃO serão respondidas dúvidas ou consultas pessoalmente, por telefone, ou através de correspondência **direta**... O **único** canal de comunicação dos Leitores/Alunos com a ABC é **esta** Seção de CARTAS. (E) Demoras (eventualmente **grandes**...) são absolutamente inevitáveis, portanto não adianta gemer, ameaçar, xingar ou fazer beicinho: as respostas só aparecerão (se aparecerem...) quando... aparecerem!

Endereçar seu envelope assim:

Revista **ABC DA ELETRÔNICA**
Seção de **CARTAS**
KAPROM - EDITORA, DISTRIBUIDORA E PROPAGANDA LTDA.
R. General Osório, 157
CEP 01213 - São Paulo - SP

"Eu acho que estou acompanhando bem as "Lições" do ABC, e considero a maneira que Vocês explicam as coisas muito boa, já que raramente aparecem conceitos "teóricos" profundos e "assustadores", com todas aquelas "matemáticas" (como Vocês dizem...). Eu, pessoalmente, não tenho dificuldades com as "matemáticas", pois sou - profissionalmente - tecnico em química industrial e ***uso*** *muito cálculo no meu trabalho... Sei, entretanto, o que isso representa de dificuldade para a grande maioria dos brasileiros, "vítimas" de um sistema escolar obsoleto e de baixa qualidade... Apesar de tais facilidades, sempre sobra uma coisinha ou outra, que a minha pobre "percepção de químico" não me permite "pegar"... Uma dúvida que me ficou (principalmente com respeito à 2ª "Aula" - CAPACITORES...) é como um CAPACITOR pode ter tempos de CARGA e de DESCARGA* ***diferentes****, num circuito* ***real*** *(não numa simples experiência demonstrativa, com chaves, etc.), uma vez que em qualquer das circunstâncias, os eventuais resistores a ele ligados são sempre os mesmos...? Sei que tem de haver algum "truque", já que dá para perceber que muitos circuitos e aplicações se valem dessas temporizações diferenciadas, porém não consegui intuir o arranjo real que permite essa diferenciação... Poderiam os "Mestres" do ABC explicarem isso naquela gostosa maneira simples e objetiva que sempre usam para nos passar os conhecimentos eletrônicos...?" - Ernesto DelBosco -Rio de Janeiro - RJ*

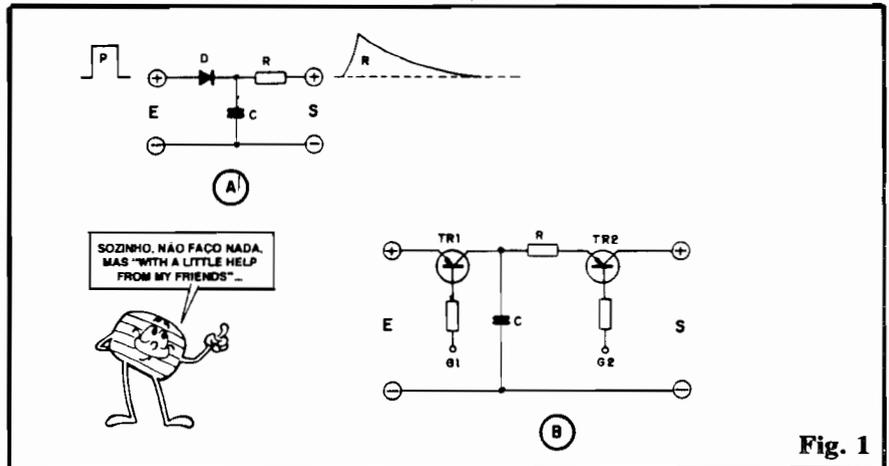
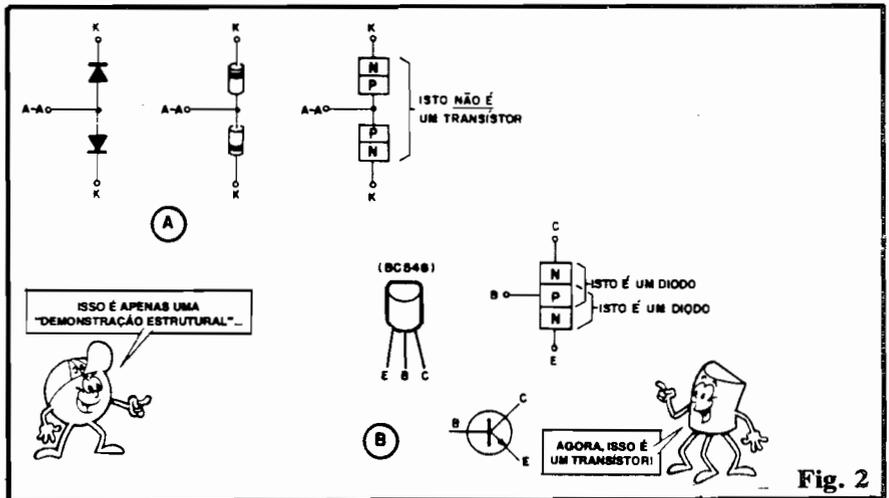
Realmente, Ernesto, à primeira vista fica um pouco complicado o entendimento das diversas temporizações que um capacitor pode assumir, num mesmo circuito... Se o universo dos componentes fosse restrito unicamente a CAPACITORES e RESISTORES, seria, na prática, inevitável que o Tempo de CARGA e o Tempo de DESCARGA tivessem estreita vinculação e inter-dependência (a menos que - conforme Você citou quanto às EXPERIÊNCIAS, intercalássemos diversas chaves no arranjo RC, e promovessemos um acionamento muito preciso de tais interruptores, na desejada "sequência" e com os **delays** pretendidos... Se, contudo, levarmos em conta que dificilmente as redes RC estão "sozinhas" nas aplicações, a "coisa" já não fica tão difícil de compreender! Os componentes semicondutores, ativos (transístores e cia.) ou passivos (diodos e cia.), anexados ao mais simples arranjo RC permitem uma série de "truques" práticos, extremamente utilizados nos mais diversos circuitos e aplicações. Veja, por exemplo, a fig. 1-A... Nela, o arranjo RC básico trabalha em conjunto com um simples DIODO (ver "Aula" do ABC nº 3...), este intercalado na linha de entrada (E), correspondente ao "caminho" de CARGA do capacitor C... Podemos, no caso, aplicar (através do DIODO), um pulso P com a suficiente TENSÃO, proveniente de fonte capaz de fornecer a necessária CORRENTE, de modo a promover a (praticamente) **imediata** CARGA do capacitor C. Uma vez estabelecida tal CARGA ("quase" instantânea, portanto...), o capacitor C **não pode** se descarregar via circuito de entrada E, em virtude do DIODO passar a "ver" uma polarização reversa... "Sobra" assim, ao capacitor C um único "caminho" para descarga: via resistor R, em direção ao circuito de aplicação ou Saída (S). Tudo se passa, então, como se o capacitor C estivesse ligado **unicamente** ao resistor R, e assim o tempo de descarga se desenvolverá pela rampa R, de duração **muito** maior do que a apresentada pelo brevíssimo pulso P de carga! Observe que o processo é totalmente automático, auto-gerido... Aplicamos um brevíssimo pulso P de carga (ou manualmente ou via um pré-bloco de controle eletrônico do módulo) e o "resto" é providenciado pelo próprio arranjo, que passa a efetuar a (relativamente) lenta descarga, em "rampa", na direção da Saída (S). Portanto, um **mesmo** arranjo RC possibilita CARGA RAPIDÍSSIMA e DESCARGA LENTA... Deu pra "sacar"...? Na prática da circuitagem eletrônica, contudo, a "coisa" não fica por aí... Observe agora a fig. 1-B, centrada num arranjo RC idêntico ao anteriormente visto, porém agora contendo transístores intercalados nos "caminhos" de CARGA (TR1) e DESCARGA (TR2) do capacitor. Considere (como foi feito no exemplo da fig. 1-A) a entrada E como o ponto de "apli-

cação" da CARGA e a Saída S como o ponto de "recolhimento" ou aplicação da DESCARGA... Se a Entrada E for mantida sob o necessário potencial (TENSÃO), assim que aplicarmos polarização **negativa** ao gatilho de controle G1 (**base** de TR1, devidamente polarizada por resistor/série), o percurso **emissor/coletor** de TR1 passará a representar, eletricamente (ver "Aula" nº 6 do ABC...) uma resistência de valor muito baixo, com o que o capacitor C se carregará, rapidamente. Observar que, mesmo cessando a polarização **negativa** no controle G1, o capacitor C **não "consegue"** descarregar-se novamente via TR1, já que as polarizações naturais dos "diodos internos" do dito transístor não permitirão o "retorno" da corrente! "Sobra", então, ao capacitor C, o caminho de descarga via resistor R **e transístor TR2**. Este, porém, apenas se mostrará plenamente "condutivo", no seu percurso **emissor/coletor**, quando o ponto de controle representado pelo "gatilho" G2 for **negativamente polarizado**! Assim, em tese, podemos "guardar" aquela CARGA "RÁPIDA" efetuada no capacitor, por um "tempão", ao fim do qual, um pulso negativo de controle (no ponto G2) "abrirá a porteira" de DESCARGA, via resistor R, com a inerente temporização determinada pelos valores de R e C (mais a baixa resistência agora assumida pelo "caminho" **emissor/coletor** de TR2)! Notou que não só pudemos estabelecer tempos nitidamente **diferentes** de CARGA e DESCARGA, como também pudemos "reter" a carga em C, por um tempo também **independente**, determinado apenas pelo intervalo entre o "gatilhamento" de G1 e G2...? Observe ainda que o comando **real** de G1 e G2 tanto podem ser feitos "manualmente" (por chaves) quanto eletronicamente, via pulsos fornecidos por **outros** blocos circuitais, inclusive osciladores (que serão estudados na próxima "Aula" do ABC...)! Percebeu como "nada ocorre solitariamente" nos arranjos circuitais, Ernesto...? É isso aí... Fique atento, pois com o desenrolar das próximas "Aulas", mais e mais Você (e os demais Leitores/Alunos) irá intuir, com bastante segurança e clareza, o funcionamento de todo e qualquer bloco circuital, por mais complexo que seja...

Fig. 1

Fig. 2

●●●●●

*"Li, fiz as experiências e montagens práticas, tudo com a máxima atenção (refiro-me à "Aula" nº 6 da ABC...) e posso dizer que deu para aprender as bases do funcionamento do TRANSISTOR, um componente que eu já tinha utilizado em montagens publicadas em revistas para Hobbystas (inclusive na APE...), mas sem saber "como" o componente funcionava... Realmente ABC está "dando uma luz" pra mim (e acredito, também para muitos outros Leitores...) que já "mexia" com Eletrônica, fazendo as "coisas" funcionarem, porém sem perceber por quê funcionavam... Na explicação sobre os blocos semicondutores internos de um transístor bipolar (comum), acompanhei a demonstração (e fiz as experiências que as comprovaram...) dos "diodos internos" do componente, fato que eu já conhecia superficialmente, mas nunca tinha me dado ao trabalho de comprovar... Achei interessante e elucidativo... No entanto, não consigo perceber a razão de dois diodos (diodos **mesmo**...), "empilhados" na mesma ligação elétrica que eles apresentam "dentro" de um transístor, **não funcionarem** como um transístor (confesso que experimentei, e nada consegui...). Daria para me fornecer (e aos demais Leitores que eventualmente tenham a mesma dúvida...) uma explicação mais ampla a respeito...?" - Ariovaldo Brandão - Recife - PE.*

Não é tão difícil assim de entender, Ari... Na verdade, a demonstração da estrutura interna de um transístor bipolar comum, na forma de "dois diodos", obedece apenas uma visão das junções semicondutores "uma a uma", e **nunca** a uma interpretação **total** dos blocos semicondutores do transístor, trabalhando em conjunto. Na fig. 2-A temos o "truque" interpretativo da estrutura interna do transístor, na forma de dois diodos, porém "realmente feito" com DIODOS, "empilhados". Nessa configuração, o conjunto será **sempre**, nada mais do que **dois diodos**, funcionando eletricamente como tal, mesmo porque é fácil notar que são 4 os blocos semicondutores envolvidos, formando duas junções P-N completamente independentes... Já na fig. 2-B temos o transístor bipolar (aparência, símbolo e estrutura - válidos para um componente NPN...). Notar que o conjunto interno é formado agora por 3 (e não mais 4) blocos de material semicondutor, estabelecendo, nas suas "confrontações", também **duas** junções PN, porém **não mais** "independentes" uma da outra, uma vez que o material P "central" é **comum**, serve aos dois "diodos" formados pela estrutura...! Além dessa diferença fundamental, não devemos esquecer que a "dopagem" dos materiais constituintes do COLETOR e EMISSOR (embora ambos do tipo N,

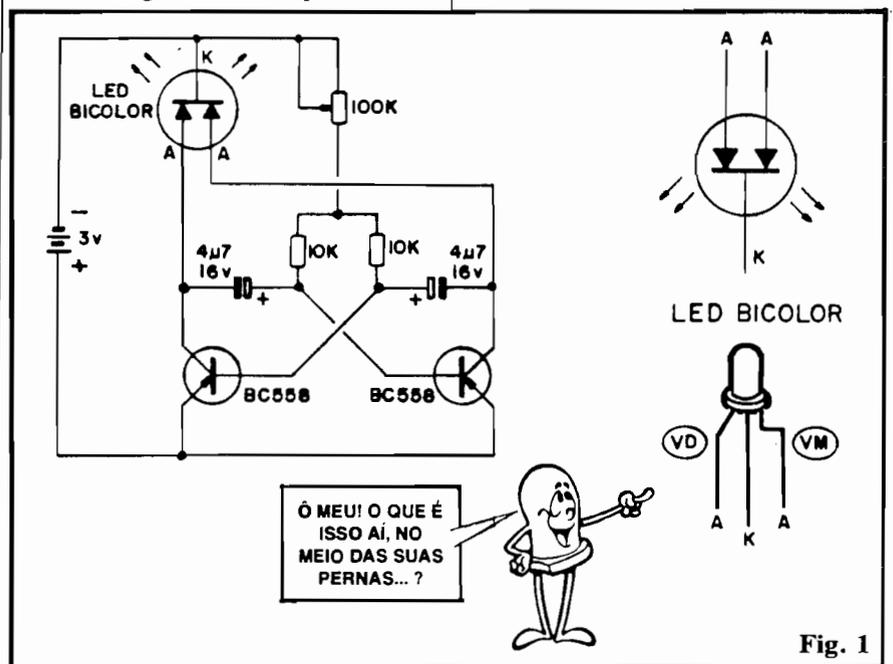
no transístor/exemplo, e portanto dotados de portadores de carga na forma de **elétrons "livres"**...) é feita (foi explicado na "Aula" inicial sobre TRANSÍSTORES - ABC nº 6...) em diferentes intensidades (um dos blocos N é "mais N" do que o outro, lembram-se...?), o que também serve para estabelecer nítidas diferenças de "comportamento elétrico" do conjunto... Uma analogia simples: se Você tiver um tronco de laranjeira, 18 galhos de laranjeira, 50 laranjas e 550 folhas de laranjeira, Você **não terá** 1 LARANJEIRA! Mesmo que arranje tudo como estão "fisicamente" numa laranjeira, o resultado continuará a **não ser** uma laranjeira (será apenas um **conjunto de partes** de uma laranjeira!). O arranjo servirá sim, para um estudo botânico da planta, mas não **funcionará** como uma planta "viva" e produtiva... É fácil perceber a razão: as "junções biológicas" naturais **não mais** existem na "laranjeira juntada" e assim as partes não podem **interagir** como o fariam numa "real laranjeira"! É justamente a **interação** total entre os blocos semicondutores que diferencia o "comportamento" de um TRANSÍSTOR e uma "pilha de DIODOS"...

●●●●●

FEIRA DE PROJETOS - CLUBINHOS

FEIRA DE PROJETOS - Aqui mostramos os projetos e idéias enviados pelos Leitores/Alunos. Os projetos são publicados (após seleção) do jeito que chegaram, a partir de uma simples análise "visual" da viabilidade e funcionalidade circuital. A tese da FEIRA DE PROJETOS é, portanto, promover o intercâmbio entre os Leitores/Alunos, com um mínimo de interferências por parte de ABC... Assim, não responderemos a perguntas, questões ou dúvidas sobre as idéias aqui mostradas (os Leitores/Alunos, contudo, podem - e devem - trocar correspondência entre sí, a respeito dos projetos da FEIRA: a Seção de Correspondência/Clubinhos está aí, à frente, para isso...). Esquemas, diagramas, textos e explicações devem ser - obviamente - os mais claros possíveis, que aqui ninguém é farmacêutico ou criptógrafo!

- 1 - Não é "proibido" aproveitar idéias **já mostradas** nas "Aulas" anteriores do ABC (só o que não fica bem é "chupar" circuitos mostrados em **outras** Revistas de Eletrônica, por uma questão primeiro de Ética, e segundo de Direitos Autorais...) para criar circuitos experimentais e enviá-los aqui para a FEIRA DE PROJETOS do TROCA-TROCA! O Leitor/Aluno Joilson R. Barbosa, de Feira de Santana - BA, "foi por essa linha": pegou o projetinho original do PISCA-PISCA ALTERNADO BICOLOR (Seção PRÁTICA de ABC nº 1) e realizou algumas experimentações e modificações **válidas**, enviando o resultado para compartilhar com os "colegas de classe"... O diagrama do circuito, na fig. 1, pode ser comparado pelos Leitores com o original (pág. 45 - ABC nº 1) notando-se as modificações: o Joilson usou, no lugar de **dois** LEDs (um vermelho e um verde), um único componente, especial (mas facilmente encontrável nas lojas, atualmente), na forma de um LED BICOLOR (falaremos dele adiante...); modificou os valores originais dos capacitores e resistores, de modo a poder incluir um potenciômetro de ajuste da "velocidade" do efeito; também (para adequar inteligentemente o circuito ao comando do LED BICOLOR...) mudou a polaridade dos transístores originais NPN, para PNP (usou BC558 no lugar dos BC548...), o que obrigou também a inverter a polaridade relativa dos capacitores eletrolíticos e da própria alimentação (pilhas). O LED BICOLOR nada mais é do que duas "pastilhas" ou junções de diodos emissores de luz, capazes de emitir radiação em cores diversas (uma em VERMELHO e outra em VERDE...), "enfiadas" num único encapsulamento, semelhante ao de um LED comum, mantendo terminais externos de **anodo** (A) independentes, porém um só terminal de **catodo** (K). Junto ao esquema vemos o símbolo, aparência e pinagem desse LED especial... Segundo o autor da idéia, com o potenciômetro na sua posição de máxima resistência , o único LED alterna, automaticamente, a COR da sua luminosidade, num rítmo constante e bem "destacado". Com ajustes progressivamente de menor resistência, no dito potenciômetro, a interessante alternância da COR da luminosidade vai adotando um rítmo cada vez mais rápido, até que as CORES VERMELHO e VERDE (antes vi-

Fig. 1

sualmente "identificáveis"...) se "fundem" numa tonalidade única de AMARELO (que nada mais é do que a "soma" ótica do VERMELHO com o VERDE, efetuada pela "inércia" ou persistência natural dos nossos olhos, incapazes de "separar" devidamente fenômenos óticos muito rápidos...). Os Leitores/Alunos que observarem com atenção, verão que o fato dos dois LEDs "embutidos" no componente bicolor, com seu terminal comum de **catodo**, obrigaram o Joilson a mudar os transístores para unidades PNP, facilitando assim manter o arranjo básico original do circuito... Em virtude disso, também as polaridades da própria alimentação (e, consequentemente, dos capacitores eletrolíticos...) teve que ser "invertida"... As alterações nos valores originais dos componentes de temporização da oscilação, deveram-se ao desejo de intercalar um controle (potenciômetro), cujo valor (e extensão do ajuste) determinou nova Constante de Tempo (mínima e máxima) ao sistema... Interessante a idéia do Jô... Vale a pena experimentar, para utilização em brinquedos e coisas assim...

●●●●●

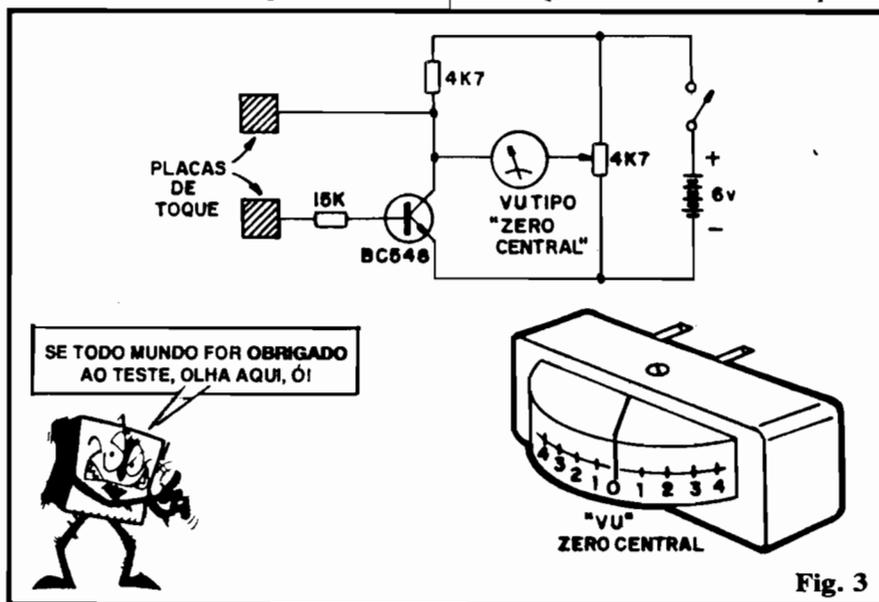
- 2 - Um "buzzer", ou seja: um "apitador", formado unicamente por um alto-falante e um relê comum, é a idéia mandada pelo Heitor Silva Filho, de Belo Horizonte - MG. O diagrama (fig. 2) mostra com clareza a extrema simplicidade da "coisa", com o alto-falante (deve ser, segundo o Heitor, um para 5W, mínimos, impedância de 8 ohms ou mais...) de qualquer tamanho (os grandes dão um melhor rendimento) em série com a **bobina** do relê, e tudo isso em série, eletricamente, com a "chave" formada pelos terminais de utilização **Comum** (C) e **Normalmente Fechado** (NF) do dito relê. O autor diz que não fez experiências com outras tensões de alimentação (originalmente usou 6V, compatíveis com a bobina do relê indicado, G1RC1...), mas que provavelmente o sistema também funcionará com "voltagens" diferentes, desde que o relê seja adequado. Uma coisa que lembramos é que nesse arranjo, o único "limitador" da corrente/potência entregues ao alto-falante é a própria resistência ôhmica da bobina do relê empregado (dificilmente maior do que uns 300 ohms) e assim não é conveniente usar alto-falante mini, cuja potência nominal não passa de uns 200mW (pode "estourar" o dito cujo...). O funcionamento do circuito é extremamente simples (em dúvida, o Leitor/Aluno deve consultar a "Aula" sobre relês, dentro da "Lição" sobre os EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE, em ABC nº 4...): observem que, premido o botão interruptor (**push-button**), a bobina do relê recebe corrente suficiente para energizar o componente, através do alto-falante, e também através da "chave" formada pelos seus contatos C e NF (normalmente fechada, tal chave...). Com isso, um pulso de corrente se manifesta através do alto-falante, tornado audível pelo deslocamento do seu cone (de novo ver ABC nº 4...). Acontece que, com o estabelecimento do campo magnético no relê, seu núcleo, atraindo a alavanca acionadora dos contatos intrínsecos, fará com que o cursor móvel (contato C) se "desligue" do terminal NF (ligando-se ao terminal NA, o que, contudo, não nos importa, no circuito). O resultado disso é que imediatamente interrompe-se a passagem da corrente pela bobina do relê, uma vez que a "chave" (contatos C e NF) "abriu"... Com o colapso do campo magnético (que resulta num novo "pulso" sonoro emitido pelo alto-falante...), o contato C retorna à sua posição de repouso, eletricamente "encostado" ao terminal NF do relê. Todo o ciclo, então, recomeça, já que foi reestabelecida a condição inicial! Assim, enquanto o interruptor geral (**push-button**) estiver acionado, o relê ligará e desligará, ininterruptamente e numa velocidade bastante elevada, suficiente para manifestar-se na forma de "frequência de áudio", através do alto-falante! Ainda segundo o Heitor, embora na condição original (conforme esqueminha da figura) a manifestação soe como um forte "zumbido", quem quiser modificar o som poderá experimentar colocar, **em paralelo** com a bobina do relê (terminal **negativo** conetado à extremidade da bobina ligada ao alto-falante...) um capacitor eletrolítico (valor entre 10u e 1000u), com o que o circuito passa a gerar um "tique-taque" no alto-falante, cuja velocidade será inversamente proporcional ao valor de tal capacitor... Para que os colegas, Leitores/Alunos, possam brincar (e, eventualmente, modificar ou aperfeiçoar...) com a idéia básica, a figura mostra também a identificação dos terminais do relê utilizado pelo Heitor (G1RC1, da

Fig. 2

"Metaltex", com 1 contato reversível, e bobina 6 volts CC). Conforme já foi explicado, outros relês, eletricamente equivalentes, mesmo de outros fabricantes e com outra disposição de pinagem, também poderão ser experimentados no circuito, incluindo-se nessas modificações até a alteração da tensão geral de alimentação ("casando-a", porém, com as necessidades do próprio relê...). Valeu, Heitor...!

●●●●●

- 3 - Utilizando a natural resistência da pele das pessoas, e sua variação ôhmica comprovada, que depende do estado de tensão emocional do "paciente", o André Voltaire Andrade, de Campo Grande - MS "bolou" o circuito mostrado na figura, denominando-o DETETOR DE MENTIRAS (uma interessante brincadeira, acreditamos, para reunir a turma em festinhas e coisas assim...). A monitoração da resistência da pele da pessoa é feita de maneira simples, através de duas placas "virgens" de fenolite cobreado (o mesmo material utilizado na confecção de Circuitos Impressos) medindo cerca de 10 x 15 cm. cada. As faces cobreadas podem ficar sobre uma mesa, voltadas para cima, de modo que a pessoa possa aplicar suas mãos com as palmas premidas contra as superfícies metálicas das ditas placas (o André diz que as mãos devem ser simplesmente "deixadas" sobre as placas, não "pressionadas" com força sobre elas...). A resistência da pele então determinará o grau de corrente entregue ao terminal da **base** do transístor BC548 (através ainda do resistor/limitador de 15K, que previne danos em caso de "curto" acidental entre as placas sensoras...). Observem então que o percurso **coletor/emissor** do BC548 assumirá um certo valor "resistivo", função da corrente de **base**. Essa "resistência" mostrada pelo transístor está, eletricamente, em série com o resistor de coletor (4K7), determinando então, no próprio **coletor** do transístor, o surgimento de uma tensão (que será tão mais baixa quanto maior for a corrente de **base**). Nesse ponto, está ligado um VU, do tipo "zero central", que segundo o Autor pode ser adquirido por preço bastante convidativo, até em "sucatas" de material eletrônico. O "outro lado" desse VU (que não é mais do que um simples galvanômetro, cujo sistema de molas de "repouso" faz com que, na ausência de corrente, o ponteiro estacione **no centro** do mostrador...) é ligado ao cursor de um potenciômetro (4K7) cujos extremos estão diretamente alimentados pela fonte de energia geral (pilhas - 6 volts). Observem então que, por um ajuste cuidadoso no tal potenciômetro, podemos fazer com que a tensão mostrada pelo seu cursor (terminal móvel...) seja idêntica a apresentada pelo **coletor** do BC548. Nesse momento, com o galvanômetro tendo seus terminais ligados a pontos de **idêntica tensão**, não haverá circulação de corrente pelo instrumento, com o que seu ponteiro repousará no centro da escala ("zero"). Isso deve ser feito com o "paciente" já tendo as mãos sobre as placas sensoras... A partir daí, é só fazer uma série de perguntas ao "coitado", misturando questões "bobinhas" (como "– Qual é o seu nome?"...) com inquirições mais maliciosas ("- É verdade que você quis beijar a Raimunda, à força, outro dia...?"). Estudos fisiológicos profundos e sérios, comprovaram que, para MENTIR, a pessoa tem que exercer um certo esforço emocional, o qual gera um pequeno incremento no nível de transpiração (além de eventuais, quase imperceptíveis, "espasmos" musculares...). Esse (minúsculo, mas consistente...) aumento na transpiração, reduz imediatamente a resistência ôhmica da pele do "paciente", fato que se traduz numa clara modificação da corrente de **base** do transístor. Após a amplificação, esse fato determina uma sensível modificação no potencial de **coletor**, com o que o VU agora "vê" tensões diferentes nos seus terminais, indicando o fato prontamente, através do deslocamento do ponteiro! Tudo isso se dá muito rapidamente e é provável que o uso de DETETOR DE MENTIRAS do André exija um certo "treinamento" por parte do operador (o "perguntador", no caso...). A idéia, em sí, não é inédita, mas nos parece bastante interessantes aos Leitores/Alunos, no atual estágio do nosso "Curso"... O autor afirma que VUs (galvanômetros simples, indicadores de sintonia e essas coisas...) de diversos alcances, desde poucos microampéres, até vários miliampéres, podem ser usados no circuito, sem problemas, bastando um ajuste cuidadoso no potenciômetro de "zeramento"... Só tem uma coisa: se a idéia funcionar **mesmo**, e pudermos "pegar"

Fig. 3

todas as MENTIRAS que "circulam" por esse Brasil, vindas geralmente "lá de cima", a "coisa poderá ficar roxa" (o duro é fazer com que "certas figuras" **concordem** em submeter-se ao TESTE...).

●●●●●

CORRESPONDÊNCIA - CLUBINHOS

Esta sub-seção do TROCA-TROCA destina-se ao "bate-papo" direto entre os Leitores/Alunos, comunicados, "Editais" de Clubinhos, etc. Embora LIVRE, esta sub-seção tem seus pequenos REGULAMENTOS: só serão publicadas cartas que - obviamente - tenham algum grau de ligação com o assunto em pauta na ABC (Eletrônica, seu aprendizado, sua prática e suas implicações). Definitivamente a Seção CORRESPONDÊNCIA / CLUBINHOS não pode ser usada para comercializar diretamente coisas ou serviços de qualquer tipo (admitimos, porém, propostas de TROCAS, pura e simples, de qualquer "tranqueira" ligada à Eletrônica, entre os Leitores/Alunos. Também não será permitido usar a CORRESPONDÊNCIA / CLUBINHOS para arranjar namorada(o). Para essas finalidades é melhor recorrer aos métodos tradicionais (quem não souber quais são esses "métodos tradicionais" tá mal...). As exigências aqui são: NOME e ENDEREÇO COMPLETOS (seja do próprio Leitor/Aluno, seja da Entidade ou Clubinho); mandar o seu Anúncio ou Proposta em termos claros (se necessário, nós "condensaremos" o texto). Por ordem cronológica de chegada, TODOS serão publicados!

1 - (CORRESPONDÊNCIA) - Halexander Mühringer - Rua Benjamin Constant, 83 - Jardim Munhoz - CEP 07030 - Guarulhos - SP
2 - (CORRESPONDÊNCIA) - Márcio V. Storari - Rua Francisco de P. Ferraiol, 174 - CEP 13970 - Itapira - SP
3 - (CORRESPONDÊNCIA) - Heber S. Coimbra e Mário Henrique B. Tessmann - Rua Benjamin Constant, 2111 - CEP 96010 - Pelotas - RS
4 - (CLUBINHOS) - Clube do Cometa Halley - Rua Gonçalo de Andrade, 17 - Vila Rica - CEP 02860 - São Paulo - SP

USANDO A "FONTE DE ALIMENTAÇÃO" (MONTAGEM PRÁTICA DE "ABC" nº 3) COM QUALQUER APARELHO - ADAPTAÇÕES - MOFIDIFICAÇÕES - INVERSÕES DE POLARIDADE - ALTERAÇÃO NA TENSÃO E/OU CORRENTE FORNECIDAS PELA "FONTE"...

Entre as MONTAGENS PRÁTICAS já mostradas na Seção específica do ABC, uma das que mais "merecem" o título de "PRÁTICA" **mesmo** foi a da **FONTE DE ALIMENTAÇÃO - 6V x 500mA**, mostrada na "Aula" nº 3, e por óbvias razões: pode ser utilizada tanto na bancada de estudos ou experiências do Leitor/Aluno, quanto na energização de aparelhos dispositivos diversos, usados no dia-a-dia de qualquer pessoa e existentes em todas as casas...

Foi, certamente, devido a essa condição que um grande número de cartas chegou à Redação da ABC, enviadas por "Alunos" que pretendiam diversas adaptações, modificações e utilizações para a FONTE DE ALIMENTAÇÃO, mas que não tinham a necessária "confiança" para implementar suas idéias... O presente **TRUQUES & DICAS** foi, então, especialmente dedicado à questão, já que ABC é uma "Escola Dinâmica", que observa e acompanha a cada momento os reais interesses, aspirações e dúvidas dos "Alunos"...

Aqui não tem aquela história (que muitos dos Leitores devem ter "vivido" nas suas Escolas regulares...) do Professor chegar na classe, sentar-se à mesa e dizer: " - **Abram o livro na página 32, leiam e façam os Exercícios...**", para - em seguida - colocar os dois pés sobre a mesa, recostar-se, abrir a "Playboy" e ficar folheando a revista, babando de vez em quando, durante os 40 minutos da aula, enquanto a turma "se rala" sozinha...

A "Escola" do ABC é fundamentalmente **participante...** Aqui ou todo mundo **caminha junto**, ou nada feito...

Assim, bem dentro do espírito do TRUQUES & DICAS, vamos agora dar vários "macetes" para utilização prática e ampla da FONTE DE ALIMENTAÇÃO (ABC 3), conforme Vocês pediram:

●●●●●

- **FIG. 1** - Em sua configuração básica, para utilização geral, a FONTE DE ALIMENTAÇÃO (6V x 500mA) sugeria o **lay out** mostrado na figura: uma caixinha padronizada, externamente ressaltados apenas o LED piloto, o interruptor geral, a chave de tensão (110-220) e os conetores de Saída (na forma de um par de segmentos de barra "Sindal", devidamente identificados quanto à sua **polaridade...**). Insistimos que essa é a forma mais bonita e prática de "acabar" a FONTE, porém nada impede que o Leitor/Aluno abrigue o circuito em outros **containers** , eventualmente com uma disposição diversa dos indicadores, chaves e acessos externos... Muitos dos Leitores, entretanto, escreveram perguntando detalhes sobre a utilização da FONTE como se fosse um convencional "eliminador de pilhas" ou "conversor", para a alimentação de aparelhos ou dispositivos diversos (radinhos, gravadores, brinquedos eletro-eletrônicos, etc.). Vamos, então, estabelecer algumas comparações e fornecer informações práticas que **permitirão**, mesmo ao "Aluno" mais tontão "se virar" bem...

- **FIG. 2-A** - Uma mini-fonte de alimentação ("eliminador de pilhas" ou "conversor") comercial, comprada em loja... Normalmente a caixa é bem pequena, contendo os pinos de ligação à tomada de C.A. **já incorporados** (na nossa FONTE os tais pinos estão no respectivo **plugue**, na ponta do

LAY OUT ORIGINAL DA "FONTE DE ALIMENTAÇÃO" (ABC-3)

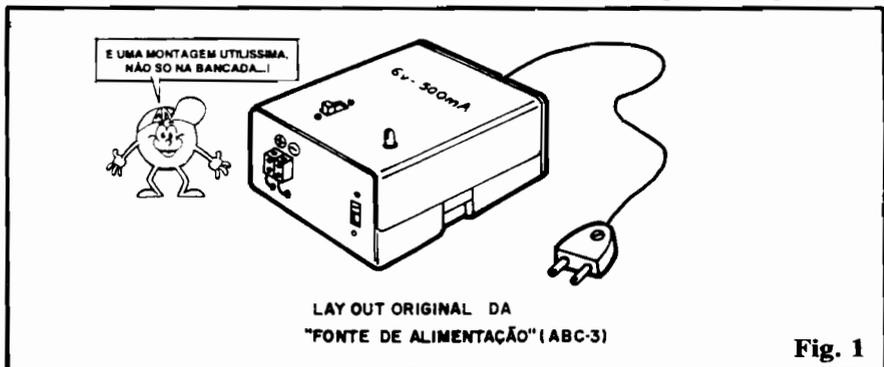



Fig. 1

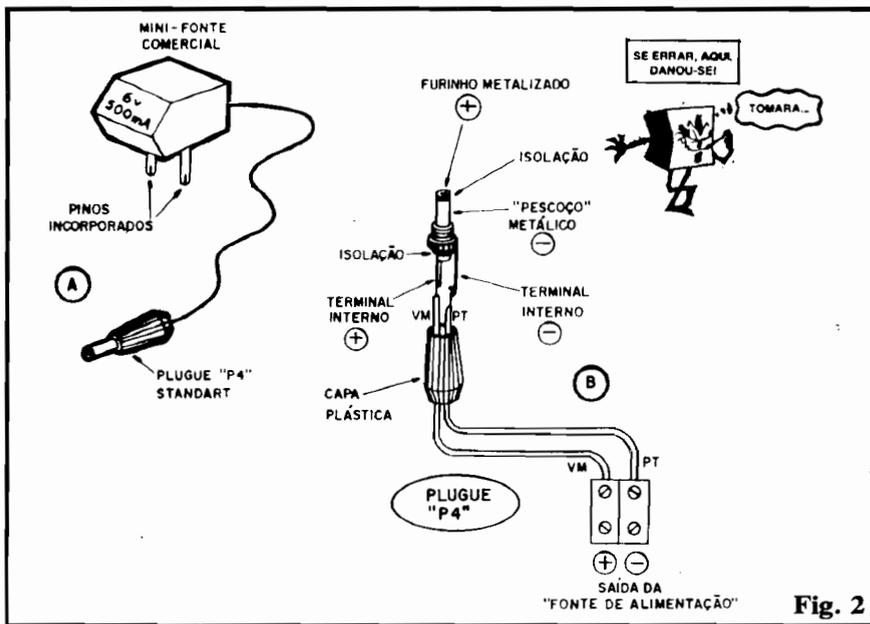



Fig. 2

"rabicho"...). Normalmente o cabo de Saída é dotado de um **plugue** (que permite a conexão ao dispositivo ou aparelho a ser alimentado...) do tipo "P4" (mostrado na figura), não mais do que um simples pino de encaixe, com dois contatos elétricos, que "levam" a necessária corrente ao aparelho que vai ser energizado. ALGUMAS VERDADES sobre essas "mini-fontes" comerciais: cerca de 90% delas (numa estimativa **muito** otimista...) NÃO apresentam, na realidade, o regime máximo de CORRENTE indicado no rótulo ou marcado sobre o corpo do dispositivo... Assim, **muitas** das fontes comerciais, embora indicando "X" de corrente, na verdade são capazes de fornecer, no máximo, cerca de "metade de X", de forma confiável... Assim, se estiver "escrito lá", **500 mA**, para ter **certeza mesmo**, é bom considerar o conversor como sendo capaz de fornecer cerca de **250mA**! Existem, é claro, fabricantes tecnicamente **honestos**, e cujos parâmetros indicados nos produtos "batem" com o desempenho **real**, porém são, infelizmente, RAROS...

- **FIG. 2-B** - Para usar a FONTE DE ALIMENTAÇÃO (ABC nº 3) no lugar de um "conversor" comercial, a única providência imediata é dotar a saída da nossa FONTE de um cabo/**plugue** que seja compatível com a conexão existente no aparelho ou dispositivo que se pretenda alimentar... Incorporar um **plugue** P4 à Saída da FONTE é muito fácil, conforme mostra a figura, em todos os detalhes. Os cuidados devem ser todos direcionados a NÃO INVERTER POLARIDADES e não promover "curtos" nas ligações... Lembrando sempre da codificação "universal" de fio **vermelho** para o **positivo** e fio **preto** para o **negativo**, o Leitor/Aluno não encontrará nenhuma dificuldade em reproduzir as ligações mostradas (precisará comprar apenas **um plugue P4**...), efetuando as conexões rigorosamente de acordo com o diagrama... Isso feito, se o aparelho a ser alimentado exigia, originalmente, uma fonte ou "conversor" dotado de **plugue P4**, basta usar o arranjo (fig. 2-B), que tudo estará "nos conformes"... Obviamente que o conetor "fêmea", existente no aparelho que se pretende alimentar, deve ser **compatível**, designado tecnicamente como **jaque J4** (que "casa", direitinho, com o **plugue P4** adaptado à nossa FONTE...).

- **FIG. 3-A** - Um dado MUITO IMPORTANTE é a perfeita adequação da polaridade nessa junção **plugue/jaque** (apelidos respectivos dos conetores/pinos "macho e fêmea"...). Os aparelhos (rádios, gravadores, brinquedos, calculadoras, etc.) de boa procedência costumam trazer, junto ao **jaque** de alimentação externa, uma marcação indicando nitidamente a **polaridade** dessa entrada de alimentação... Em quase 100% dos casos, a iconografia adotada é a mostrada na fig. 3-A... A maioria dos aparelhos deve receber a sua energização externa, através de um jaque/plugue com "positivo centro", porém existem alguns casos em que o "negativo" é que "está dentro" (fatos sempre claramente indicados pela iconografia mostrada...). Observar que, nos exemplos dados no presente TRUQUES & DICAS, sempre consideramos a condição "mais universal" de "positivo dentro". Se a indicação junto ao **jaque** do aparelho a ser alimentado for aquela simbolizada à direita, na

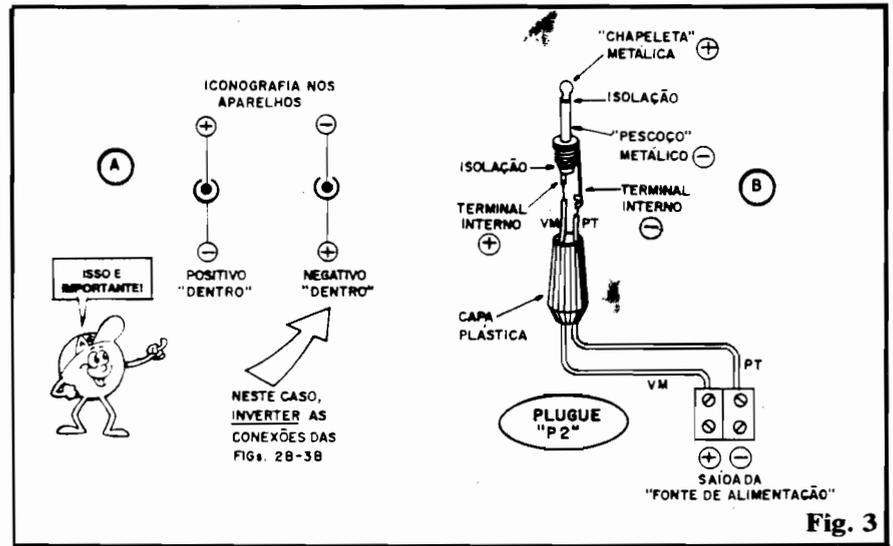



Fig. 3

fig. 3-A, será necessário INVERTER as polaridades da cabagem, com relação às mostradas nas figs. 2-B e 3-B do presente TRUQUES & DICAS...

- **FIG. 3-B** - Em alguns aparelhos ou dispositivos, a entrada de alimentação externa exige a conexão via **plugue** tipo "P2", mecanicamente diferente do "P4", porém eletricamente equivalente... A figura mostra, com todos os detalhes, como é o tal **plugue** P2 e como devem ser feitas as ligações à nossa FONTE, para correta utilização... Da mesma forma que já recomendado no caso da fig. 2-B, **atenção** às polaridades, codificações das cores dos fios, e identificação dos terminais do respectivo **plugue**. Notar ainda que, tanto no caso da fig. 2-B quanto no da fig. 3-B, a capa plástica dos plugues é mostrada momentaneamente removida (basta desrosqueá-la...) para melhor visualização... Depois de efetuadas as conexões dos fios aos terminais (por solda, cuidadosamente aplicada...), as capas plásticas devem ser reposicionadas (de novo rosqueadas no âmago metálico do **plugue**...).

Até agora foram apresentados os dados visuais e as explicações para simplesmente dotar a FONTE DE ALIMENTAÇÃO (APE nº 3) de um cabo/plugue compatível com a inserção nos respectivos **jaques** de "alimentação externa" (sempre 6V sob um máximo de 500mA) dos aparelhos ou dispositivos a serem energizados. Isso implica, obviamente, que tais aparelhos ou dispositivos TENHAM tal acesso de alimentação externa, na forma do conveniente **jaque**, normalmente colocado numa das laterais, ou "nos fundos" do respectivo **container**.

Existe, porém, a possibilidade de adaptar aparelhos originalmente alimentados por 4 pilhas (pequenas, médias...) colocadas num suporte "embutido", com a nossa FONTE... As explicações e figuras a seguir, detalham tais possibilidades de adaptação, com toda clareza e a partir de "macetes" muito simples...

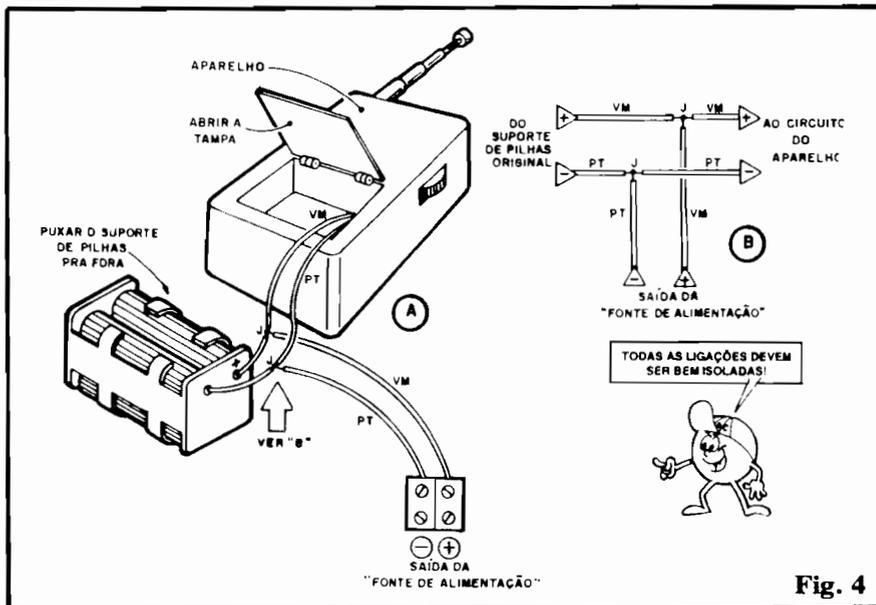



Fig. 4

- **FIG. 4-A** - Sempre lembrando que a nossa FONTE, em seus parâmetros originais, pode substituir conjuntos de **4 pilhas** (pequenas ou médias...), basta abrir a tampinha do compartimento das pilhas do aparelho, puxar para fora o suporte e, inicialmente, identificar as polaridades dos dois fios que saem do dito suporte (o "velho" código de cores...). Isso feito, temos que remover, em qualquer ponto de fácil acesso, dos fios originais do suporte, o isolamento (uma faquinha ou estilete podem ser usados com praticidade...). "Puxamos" então um par de cabos (vermelho/preto) da Saída da nossa FONTE DE ALIMENTAÇÃO, ligando-os aos fios originais do suporte de pilhas, conforme indicado na figura. Para perfeita segurança, tais ligações devem ser **soldadas** (Não "vale" apenas fazer um contato elétrico "enrolando" as pontas desencapadas dos fios sobre os condutores originais...). Depois de efetuadas as conexões (soldadas) os pontos "J-J" devem ser devidamente protegidos com fita isolante (ou "espaguetis" plásticos...). Terminadas as conexões, o suporte pode ser "re-embutido" na caixa, passando-se o par de fios que vão à nossa FONTE, pela fresta da tampa original, ou por um furinho feito na dita tampa, ou mesmo na lateral do aparelho alimentado...

- **FIG. 4-B** - Detalhes das conexões e adaptações mostradas em 4-A... As cores (codificadas) dos fios e as polaridades indicadas devem ser observadas com extrema atenção ("VM" significa **vermelho** e "PT" significa **preto**...). Os pontos de junção (J) devem, além de cuidadosamente soldados, serem protegidos por fita isolante, conforme já foi dito... Embora o desenho da fig. 4-A indique simbolicamente a adaptação a um pequeno aparelho de rádio, nada impede que a **mesma** configuração seja adotada para qualquer outro dispositivo, originalmente alimentado por 6VCC, fornecidos por 4 pilhas pequenas ou médias, em suporte específico...

A maioria das adaptações possíveis já foi, então, mostrada ao Leitor/Aluno, nas figs. 2 e 3 para os eventuais aparelhos já dotados de **jaques** (conetores "fêmea"...) para ligação de alimentação externa, e na fig. 4 para os que não têm, normalmente, tal acesso... Existe, porém, uma terceira possibilidade, que é a de **adaptar um jaque** para alimentação externa, a aparelhos que originalmente não o possuam! Nesse caso, se corretamente feitas, as ligações permitirão inclusive o funcionamento "automático" da comutação ("troca") das alimentações interna ou externa, ou seja: com o aparelho em sua condição portátil normal (com as pilhas "lá dentro" no suporte...), as pilhas se

encarregam de energizá-lo, porém logo que o **plugue** da FONTE externa for introduzido no respectivo **jaque** adaptado, as pilhas internas são desconetadas, ficando encarregada da alimentação apenas a FONTE (igualzinho ocorre nos aparelhos que originalmente já tenham esse tipo de acesso...).

A única real condição para esse tipo de adaptação é encontrar-se um "espacinho" dentro da caixa do aparelho, junto à uma das faces internas do **container**, onde "caiba" um **jaque** tipo J2 ou J4 (deverá ser usinado cuidadosamente um furo na caixa do aparelho, para inserção e fixação do dito **jaque**...).

Os referidos **jaques** são dotados de um engenhoso sistema eletro-mecânico, de contatos e "chave", que proporciona o desligamento automático da alimentação interna (pilhas) quando o plugue da FONTE é neles "enfiado"! As ligações, porém, exigem um certo cuidado e atenção, a partir das informações dadas pelas figuras a seguir:

- **FIG. 5-A** - Se for usado um conjunto **"plugue P4 e jaque J4"** (o primeiro no cabo de saída da FONTE e o segundo incorporado ao aparelho a ser alimentado), as ligações ao J4 ficarão da maneira mostrada. Observar com **muita atenção** as polaridades, "destinos" e "procedências" de cada fio, cores identificatórias e codificações atribuídas aos terminais do **jaque** ("V" para **vivo**, "T" para **terra** e "C" para **chave**...). O jaque J4, na figura, é visto pela traseira, com seus três terminais em posição perpendicular claramente indicados...

- **FIG. 5-B** - Se o sistema de conexão da alimentação externa for feito a partir de um conjunto **"plugue P2 e jaque J2"** (o primeiro no cabo da FONTE e o segundo no corpo do aparelho...), a "coisa" deve ser feita conforme mostra a ilustração... De novo, **cuidado** com as polaridades (as **cores** identificatórias estão marcadas, em abreviações, junto a **todos** os fios...), "origens" e "destinos" de cada conjunto de cabos, bem como às codificações ("V-T-C") usadas para identificar os terminais do **jaque**. Esse, na figura, é visto pela retaguarda...

Se ainda não ficou claro, a "fêmea" na fig. 5-A "casa" com o "macho" mostrado na fig. 2-B, enquanto que a "fêmea" mostrada em 5-B aceita certinho o "macho" ilustrado em 3-B (P4 com J4 e P2 com J2...) ficando o critério de escolha do "casal" unicamente por conta do Leitor/Aluno, já que são eletricamente equivalentes...

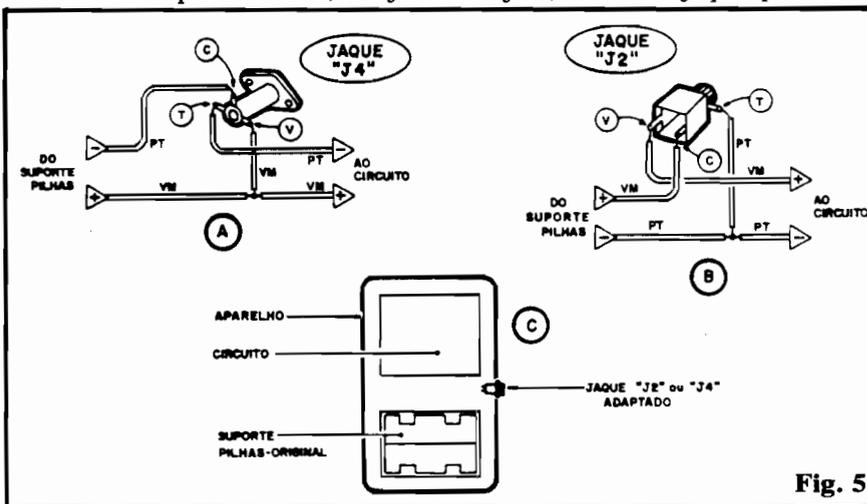
- **FIG. 5-C** - Em qualquer dos exemplos (5-A ou 5-B) a acomodação final do **jaque** no aparelho pode ser referenciada pela disposição geral mostrada... Conforme já dissémos, é só achar um "cantinho" na caixa do aparelho (área livre na face externa da caixa, e espaço livre dentro da dita cuja...) onde o jaque possa ser adaptado, fazer um furo com o diâmetro compatível, instalar o **jaque** e efetuar as ligações (5-A ou 5-B...). Assim, estando o aparelho "livre" do cabo da FONTE (e, obviamente, com pilhas "lá dentro"...) funcionará de forma portátil... Quando se desejar alimentar o dito cujo com a FONTE, basta enfiar o **plugue** no respectivo **jaque** (as pilhas são, então, eletricamente "afastadas" da função, com a alimentação assumida pela FONTE...).

Fig. 5

ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS ORIGINAIS DA "FONTE DE ALIMENTAÇÃO"

Por enquanto, tudo o que se "falou" e mostrou aqui vale para aparelhos que trabalhem sob uma alimentação diretamente compatível com os limites originais da FONTE DE ALIMENTAÇÃO (ABC nº 3), ou sejam: 6 volts sob máximos 500 miliampéres... Mas seria possível fazer algumas modificações simples no circuito da FONTE, de modo que ela pudesse fornecer **outras** tensões ou correntes, adequando-a à energização de aparelhos com necessidades diversas?

Existe, sim, essa possibilidade (dentro de certos limites) e as eventuais alterações NÃO se referem aos esquemas originais de ligação do circuito da FONTE (conforme FIG. 5 - Seção PRÁTICA - ABC nº 3 - montagem da FONTE DE ALIMENTAÇÃO...), mas apenas aos parâmetros individuais de **certos componentes**, conforme "dicas" a seguir (serão ordenadas as NECESSIDADES e as possíveis SOLUÇÕES...):

- 1 - **NECESSIDADE** - Mudar a TENSÃO de saída da FONTE para - por exemplo - 9 ou 12V.
  - **SOLUÇÃO** - Desde que a corrente máxima esperada na Saída **continue** na casa dos 500mA, basta substituir o transformador original, respectivamente por um com **secundário** para 9-0-9V x 500mA ou 12-0-12V x 500mA. O resistor limitador do LED piloto também deverá

ser trocado: 680R (para trafo. 9-0-9) ou 1K (para trafo. 12-0-12V), respectivamente.

- 2 - **NECESSIDADE** - Alterar o regime de CORRENTE máxima para, por exemplo, 1A.
  - **SOLUÇÃO** - Troca-se o transformador original (com **secundário** para 500mA) por um com capacidade de corrente, no **secundário**, de 1A. Recomenda-se também, para manter a filtragem em bom nível, a susbstituição do capacitor eletrolítico original (1000u) por um de 2200u x 16V.
- 3 - **NECESSIDADE** - Modificar tanto a TENSÃO original de Saída, como o regime máximo de CORRENTE da Fonte.
  - **SOLUÇÃO** - Dentro dos limites de tensão (6-9-12V) e de corrente (até um máximo de 1A), basta substituir o transformador original por um com **secundário** apresentando os desejados parâmetros! NÃO ESQUECER dos seguintes itens: o resistor limitador do LED piloto deve ter seu valor adequado à TENSÃO de Saída (conforme SOLUÇÃO "1", aí atrás...) e para regimes de CORRENTE **superiores** a 500mA, recomenda-se a troca do capacitor eletrolítico para 2200u x 16V.

Assim, FONTES DE ALIMENTAÇÃO simples, com TENSÕES de Saída de 6, 9 ou 12V, e CORRENTE de até 1A, podem ser facilmente estruturadas, **sem que mude** o **lay out** original do circuito (mostrado na fig. 5 - Seção PRÁTICA - ABC nº 3).

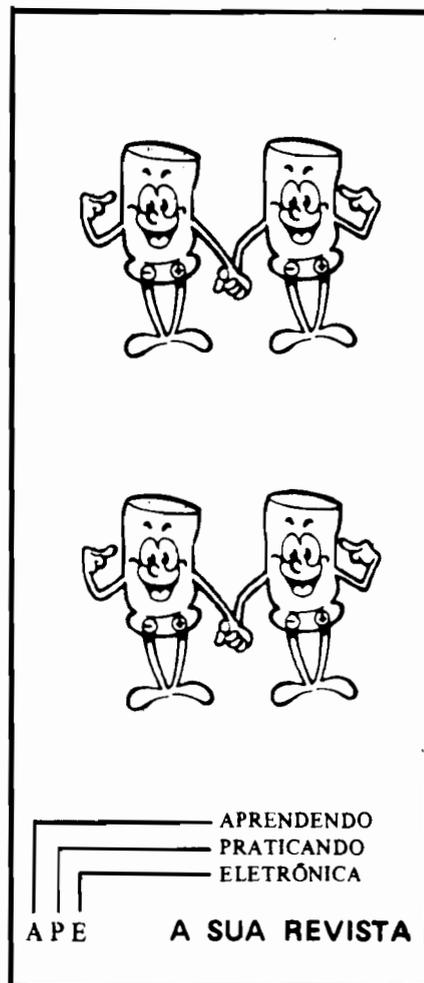
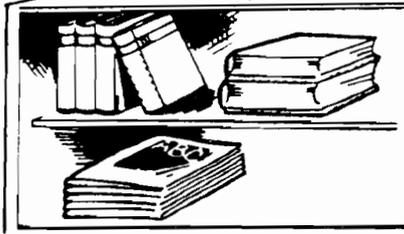
●●●●●

AS REAIS NECESSIDADES DE "CASAMENTO" ENTRE FONTES E APARELHOS...

Muita "abobrinha" se fala e se pensa a respeito de TENSÃO e CORRENTE de Fontes, "Eliminadores de Pilhas" e "Conversores", com relação aos aparelhos que utilizarão a energia fornecida por tais dispositivos! Para simplificar DEFINITIVAMENTE a "coisa", aí vão alguns conselhos FUNDAMENTAIS, que sintetizam o que realmente interessa:

- Se determinado circuito ou aparelho PRECISA de uma TENSÃO "X" para seu funcionamento, a FONTE deve fornecer-lhe ESSA TENSÃO "X", nem **mais** (o que ocasionaria a "queima" do aparelho, mais cedo ou mais tarde...) nem **menos** (o que impediria o correto funcionamento do circuito...). EXEMPLO: um radinho precisa de 6 volts para funcionar... Usar, então, FONTE de 6V (**NÃO** de 3, 9 ou 12V...).
- Se o circuito ou aparelho PRECISA de uma CORRENTE "Y" para seu funcionamento, a FONTE deve ser capaz de fornecer-lhe NO MÍNIMO esse "Y". Se a capacidade de CORRENTE da FONTE for **inferior** às necessidades do circuito ou aparelho, este não funcionará corretamente, e a tal FONTE poderá danificar-se. Por outro lado, se a capacidade da CORRENTE da FONTE for **superior** às necessidades, NADA DE MAU ACONTECERÁ, nem ao aparelho, nem à FONTE! EXEMPLO: um determinado circuito precisa de 250mA para funcionar corretamente... Podemos, então, alimentá-lo com qualquer FONTE (desde que respeitada a TENSÃO...) com capacidade de CORRENTE igual ou maior do que 250mA (500mA, 1A, 2A, etc.). Simplesmente o circuito "usará" **apenas** a CORRENTE que **precisa**, ficando o "resto, sobrando", sem problemas...
- DOIS **AVISOS IMPORTANTES**
  - A grande maioria das FONTES simples, apresentam uma TENSÃO "em aberto" (medida nos seus terminais de Saída, porém **sem** um aparelho ou circuito "puxando" ou "usando" a energia...) **mais alta** do que a nominal. Entretanto, sob funcionamento normal (acoplado ao circuito ou aparelho "gastador" da energia...) a TENSÃO "desce" para um valor próximo do nominal. De modo geral, isso NÃO constitui "defeito" (salvo em aplicações muito específicas...). Outra coisa: a CORRENTE nominal indicada pelos fabricantes nas FONTES é, frequentemente, "superestimada" (com raríssimas exceções...). Assim, se um dispositivo "pede" 250mA de CORRENTE, convém, por segurança, usar uma FONTE com capacidade nominal de 500mA (o DOBRO, que é uma excelente margem de "garantia"...).

Outros fatores podem tornar-se importantes numa FONTE, com a ESTABILIZAÇÃO, a REGULAGEM, a ausência de **ripple** (zumbido de 60 Hz superposto à C.C. de Saída), etc. Tais fatores, porém, apenas devem ser levados em conta para aplicações mais específicas e circuitos mais cheios de "frescuras" (Aqui no ABC, sempre que algum circuito ou aparelho **exigir** tais "refinamentos", o quesito será ENFATIZADO nas Instruções).

●●●●●

INFORMAÇÕES

COMO CONSULTAR OS "MANUAIS" DE TRANSÍSTORES - COMO SELECIONAR UM "TRANSÍSTOR EQUIVALENTE" ATRAVÉS DOS "MANUAIS" E "DATA BOOKS" - AS "LETRAS" EM SUFIXO AOS CÓDIGOS ALFA-NUMÉRICOS - OS TRANSÍSTORES "UNIVERSAIS"...

No ARQUIVO TÉCNICO da "Aula" anterior do ABC (nº 6) mostramos como os fabricantes de transístores (e também dos demais componentes da moderna eletro-eletrônica...) relacionam os parâmetros técnicos, limites e características dos seus componentes de linha, na forma de MANUAIS ou **DATA BOOKS.** Nesses MANUAIS, os limites e parâmetros são normalmente listados de modo a facilitar a leitura e a interpretação, assim, quando quisermos **saber** as particularidades sobre **determinado** transístor, basta "achar o seu nome/código" na tal Lista para, ao lado, vermos os principais dados (**Vce, Ic, Ptot, hFE, f,** etc.) claramente relacionados.

O conhecimento de tais dados é fundamental na "escolha" do componente para aplicações circuitais, não só durante o **projeto** ou criação de engenharia do aparelho, como também na eventual **manutenção** (feita por oficinas ou técnicos) do dito circuito ou aparelho. Vamos então fazer uma análise simplificada, porém clara, de **como** os dados constantes dos MANUAIS e **DATA BOOKS** são - na prática - utilizados nas diversas atividades eletrônicas:

- **NO PROJETO** ("CRIAÇÃO" DO CIRCUITO) - A primeira decisão é "O QUE O TRANSÍSTOR VAI FAZER" no circuito e, a partir dessa função, determinar o "tipo" de componente. Alguns EXEMPLOS:

A) Amplificar áudio (baixa frequência) em baixa potência - **SELECIONAR TRANSÍSTOR PARA BAIXA POTÊNCIA, BAIXA FREQUÊNCIA, BOM GANHO.**

B) Amplificar áudio (baixa frequência) em alta potência - **SELECIONAR TRANSÍSTOR PARA ALTA POTÊNCIA, BAIXA FREQUÊNCIA.**

C) Amplificar RF (alta frequência) em baixa potência - **SELECIONAR TRANSÍSTOR PARA ALTA FREQUÊNCIA, BAIXA POTÊNCIA.**

D) Oscilar em frequência de áudio (baixa) - **SELECIONAR TRANSÍSTOR PARA BAIXA FREQUÊNCIA, ALTO GANHO.**

E) Oscilar em RF (alta frequência) - **SELECIONAR TRANSÍSTOR PARA ALTA FREQUÊNCIA, BOM GANHO.**

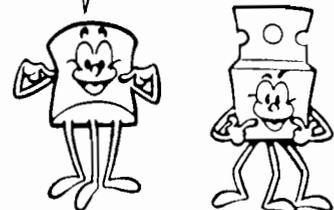
F) Amplificar ou "chavear" CC, sob alta corrente - **SELECIONAR TRANSÍSTOR DE "CHAVEAMENTO", ALTA POTÊNCIA.**

Assim relacionadas as questões podem parecer óbvias, mas muita gente "esquece" desses requisitos básicos (principalmente nas suas primeiras "aventuras" no desenvolvimento de circuitos), insistindo, por exemplo, em usar um transístor PARA ALTA FREQUÊNCIA, BAIXA POTÊNCIA, num circuito de amplificação de áudio, BAIXA FREQUÊNCIA, ALTA POTÊNCIA... (Só pode dar "xabú"...).

Identificado o TIPO de transístor requerido, fica mais fácil a sua "procura" nos MANUAIS, que normalmente trazem os componentes "LISTADOS POR TIPO" ou por GRUPO (quanto às principais características ou parâmetros...).

Outros fatores IMPORTANTES devem ser, em seguida, considerados, nessa pré-seleção do componente: a TENSÃO de Alimentação e a CORRENTE Máxima, tanto no que diz respeito à capacidade de fornecimento da FONTE de Alimentação, quanto no que se refere à própria CORRENTE que deverá ser manejada pelo TRANSÍSTOR!

Como "MEDIDA DE SEGURANÇA", valendo isso como uma boa norma universal, ao "procurarmos" nos MANUAIS, um transístor cujas características "batam" com as necessidades pré-determinadas, devemos, em **todos** os quesitos (**Vce, Ic, Ptot, hFE, f,** etc.) "caçar" índices na casa do DOBRO das grandezas nominais ou pré-calculadas! Assim, se um transístor deverá trabalhar sob uma tensão de 12V, convém que seu **Vce** real situe-se entre 20 e 25V (ou mais). Se manejará uma corrente de 1A, é aconselhável que o **Ic** real do dito cujo situe-se em 2A, 3A (ou mais). Se deve oscilar numa frequência de 100MHz, é bom que o parâmetro **f** do transístor escolhido atinja cerca de 200MHz. Assim por diante...

●●●●●

- **NA MANUTENÇÃO** (CONSERTOS E SUBSTITUIÇÕES) - Novamente, o primeiro quesito é descobrir "O QUE O TRANSÍSTOR FAZ" no circuito. Para tanto, temos duas saídas práticas: (1)

Ler o código do componente original e "buscá-lo" num MANUAL, verificando pelo grupamento onde se encontra, qual o seu TIPO. (2) Obter uma cópia do ESQUEMA do circuito (existem diversas "esquematecas" que fornecem tais cópias, sob taxas moderadas - ver Anúncios nas Revistas...). Da mesma forma que fazemos quanto aos PROJETOS, vamos então "caçar" um EQUIVALENTE, no grupamento correspondente ao seu TIPO (de acordo com os EXEMPLOS de "A" e "F", já mostrados...). Além disso, para uma perfeita substituição, devemos levar em conta o seguinte:

G) Todos os principais parâmetros e limites (**Vce, Ic, Ptot, hFE, f,** etc.) devem, no equivalente procurado, serem IGUAIS OU SUPERIORES aos listados para o componente original.

H) A pinagem (disposição das "pernas", e sua ordem...), que frequentemente também é indicada nos MANUAIS, também deve ser idêntica, sempre que possível (na prevenção de problemas puramente "mecânicos" na substituição...).

●●●●●

Com esses procedimentos e cuidados básicos, qualquer "Aluno", mesmo um iniciante, estará praticamente apto a "resolver" problemas técnicos e a enfrentar muitas situações que anteriormente lhe parecia "difícil", "além do seu reconhecimento"... Não tem nada disso... ATENÇÃO e ORDEM (método LÓGICO de "busca") é tudo o que se precisa...

É bem verdade que os principais limites e parâmetros dos transístores, relacionados aqui, nestas primeiras "Lições" do ABC, não constituem a **totalidade** das informações e características inerentes aos transístores bipolares... Tem um "monte" de outras "coisinhas" (capacitância das junções, tempo de "recuperação" no chaveamento e outros "nheco-nhecos"...) que, entretanto, só são realmente importantes em aplicações e condições **muito** específicas, que "fogem" ao espírito do atual estágio das nossas "Aulas"... Eventualmente tornaremos ao assunto, no futuro, quando chegar a hora.

Ainda antes de finalizar estas explicações básicas, lembrar também (nos parece tão óbvio, que quase íamos nos esquecendo...) que:

- Não se pode substituir um transístor de GERMÂNIO por um de SILÍCIO, ou vice-versa! O material semicondutor do transístor original deve ser "respeitado" no eventual equivalente. Atualmente transístores de GERMÂNIO são de aplicação muito rara (quase pode se dizer que estão todos "obsoletos"...), entretanto, na manutenção ou conserto de aparelhos antigos, esse probleminha **pode** surgir...
- Também não se pode trocar diretamente um transístor PNP por um NPN ou vice-versa! A **polaridade** original tem que ser respeitada na troca ou equivalência obtida!

●●●●●

OS CÓDIGOS E "AQUELAS LETRINHAS DEPOIS"...

Nem tudo, certamente, são "nuvens negras" na determinação e "escolha" de um transístor original ou equivalente, seja num PROJETO, seja numa MANUTENÇÃO ou CONSERTO... Com fundamental frequência, o esquema "pede" um "BC548" e podemos obter, com facilidade, exatamente um "BC548" (É justamente esse tipo de facilitação, que os componentes indicados nas MONTAGENS PRÁTICAS e EXPERIÊNCIAS do ABC são **quase sempre os "mesmos"**! Não se trata - como pode parecer à primeira vista - de "falta de imaginação" de nossos Projetistas, mas sim da adequação aos códigos de componentes MAIS COMUNS, MAIS BARATOS e MAIS FÁCEIS DE ENCONTRAR NO MERCADO, deu pra "sacar"...?).

Mas aí "pinta" o problema "daquela letrinha" que às vêzes aparece, "no fim" do código básico (dizemos "**em sufixo**", roubando um termo da **gramática**...). Para quem ainda não percebeu, explicamos:

- É comum que o circuito "peça" um transístor "BC548" e o Leitor/Aluno encontre apenas um "BC548B", ou que o esquema requeira um "BC549C" e na Loja seja encontrado, naquele momento, apenas um "BC549".

Essas "letrinhas" (A, B, C...) em sufixo (**depois** do código alfanumérico básico do componente) indicam sempre APERFEIÇOAMENTOS ou "MELHORIAS" em pelo menos UM dos parâmetros, limites ou características do transístor! É então, uma maneira prática que os fabricantes de componentes adotaram para codificar essa pequena "diferença para melhor" na série...

A interpretação, portanto, é muito simples:

- Uma "letrinha" **depois** do código básico, indica um transístor "igual e melhor". Além disso, a "ordem" ou "grau de melhoria", obedece à própria sequência alfabética (presumimos que todo mundo aí saiba a sequência natural A,B,C..... Z do alfabeto...). Assim, um código com "B" lá no finzinho, indica um transístor "um pouco melhor" do que o mesmo código com um "A" no fim (ou sem letra em sufixo...). Da mesma forma, um BC549C é "melhor", em algum parâmetro, do que um BC549A ou um simples BC549...
- Embora na maioria das aplicações mais simples isso não tenha tanta importância, QUANDO UM PROJETISTA INDICA, CLARAMENTE, A LETRA DO "SUFIXO" É PORQUE "ELA PRECISA ESTAR LÁ", NO CÓDIGO, já que existirá uma razão técnica para isso! Na prática, adota-se o seguinte procedimento:
- Um determinado código **PODE** substituir o mesmo código, desde que a "letra" em sufixo seja de ordem superior (ou "de igual ordem"). Já um componente com "letra" de ordem inferior à originalmente pedida, não pode ser usado em substituição. EXEM-

PLOS:

- BC548A substitui BC548
- BC548B substitui BC548A
- BC548C substitui BC548B
- BC558 não substitui BC558A
- BC558A não substitui BC558B
- BC558B não substitui BC558C

A "coisa" vai por aí, sem nenhuma complicação. Advertimos, contudo: SEM "FANATISMOS", já que em muitas das aplicações mais "universais" (logo adiante falaremos dos tais TRANSÍSTORES UNIVERSAIS...) esse sufixo indicador de "melhoria" não tem fundamental importância. Eletrônica, costumamos dizer (e **pensamos** assim...) é, em alguns aspectos, muito mais uma "ARTE" do que uma "CIÊNCIA", e assim o BOM SENSO e a ausência de RADICALISMOS vale, às vezes, **mais** do que o simples "decoreba" de MANUAIS, numerinhos e letrinhas.

●●●●●

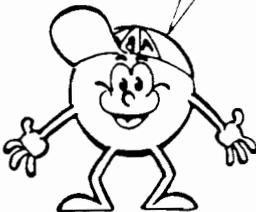
OS TRANSÍSTORES "UNIVERSAIS"

O "enormíssimo" número de códigos de transístores, as "denominações de fabricante" (que nem sempre adotam normas "universais" ou "standartizadas" nas suas codificações...), e outros detalhes puramente identificatórios, apenas contribuem para "embananar" o pobre do iniciante (e até muitos veteranos...) em Eletrônica... Assim, ABC (como o fazem muitas das sérias Revistas do gênero, em todo o mundo...) prefere usar NORMAS PRÓPRIAS, às quais o Leitor/Aluno assíduo logo, logo, se acostuma, simplificando bastante as interpretações e eventuais substituições por "falta momentânea no mercado"...

No que se refere especifica mente a TRANSÍSTORES bipolares, como cerca de 90% das unidades indicadas nos projetos, esquemas, experiências, etc. apresentam especificações e parâmetros **dentro** de uma faixa de limites bastante **nítida**, é conveniente listar um GRUPO "UNIVERSAL" de transístores, cujas especificações "de MANUAL" situam-se tão próximas umas das outras que - na prática - a possibilidade de substituição ou equivalência é SEMPRE DIRETA (salvo - como já dissémos - as raras aplicações específicas, casos em que sempre **enfatizamos** a necessidade de se usar **determinado** código de componente...).

Assim, convencionou-se (não fomos **nós** que "inventamos" isso, mas compartilhamos da opinião de **quem** "inventou"...) chamar de "UNIVERSAL" qualquer transístor bipolar cujas especificações e parâmetros "caibam" dentro dos limites a seguir enumerados:

- **Vce** - 20 a 25V (máximos)
- **Ic** - 100 a 200mA (máximos)
- **Ptot**- 100 a 200mW (máximos)
- **hFE** - 100 (mínimo)
- f - 100MHz (mínimo)

A MAIORIA DAS MONTAGENS PRÁTICAS E EXPERIMENTAIS DO ABC USA TRANSÍSTORES "UNIVERSAIS" PARA NÃO COMPLICAR A VIDA DOS LEITORES/ALUNOS...

As faixas são suficientemente "largas" para nelas "caberem" **muitos** transístores bipolares de baixo preço e que, portanto, na grande maioria das aplicações **poderão** ser intercambiados, sem problemas. Vamos, para facilitar a vida dos Leitores/Alunos, relacionar alguns representantes típicos dessa faixa "UNIVERSAL", tanto nos de polaridade NPN, quanto PNP...

TRANSÍSTORES UNIVERSAIS NPN	
- BC107	- BC108
- BC109	- BC337
- BC338	- BC546
- BC547	- BC548
- BC549	- BC550

TRANSÍSTORES UNIVERSAIS PNP	
- BC177	- BC178
- BC179	- BC327
- BC328	- BC556
- BC557	- BC558
- BC559	- BC560

Como frequentemente ocorre nas relações ou listas aqui mostradas, essas duas tabelinhas não têm a pretensão de "totalidade" (são muitos, mas **muitos mesmo**, os transístores bipolares que podem ser considerados "UNIVERSAIS'...) mas funciona como um Guia Prático na eventual busca de equivalências simples... Todos os códigos relacionados referem-se a componentes **nacionais**, de fácil aquisição e custo baixo, ideais, portanto, para o "Aluno" ou Hobbysta.

●●●●●

QUAL "MANUAL" COMPRAR...?

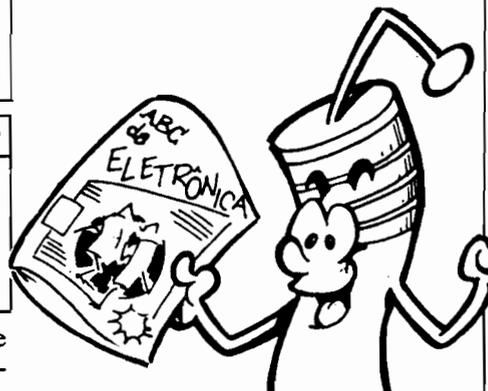
À luz do que foi explicado no presente ARQUIVO TÉCNICO, o Leitor/Aluno já terá percebido o seguinte:

- Mais cedo ou mais tarde deverá ser adquirido um bom, tão abrangente quanto possível, MANUAL de Transístores, ou **DATA BOOK.** (Por enquanto dá para "ir se virando" com as Tabelinhas do ABC, mas no futuro, Você **precisará** de "mais"...).
- Se a grana não der para comprar um MANUAL de Características e um MANUAL de Equivalências, deve ser concedida prioridade ao primeiro (MANUAL de Características ou Especificações). Explicamos: a partir das Especificações e Parâmetros de um transístor, podemos, perfeitamente, "achar" um Equivalente, já, partindo de uma simples indicação de Equivalência (pelo código), não há como determinarmos os Parâmetros do componente!

●●●●●

PRÁTICA 13

(13ª MONTAGEM PRÁTICA)

Barreira Ótica de Segurança

MAIS DUAS MONTAGENS PRÁTICAS (AMBAS COM TRANSÍSTORES, APLICANDO O QUE SE APRENDEU NAS PARTES TEÓRICAS JÁ VISTAS...): UMA UTILÍSSIMA BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA ("MIL" APLICAÇÕES, RESIDENCIAIS, COMERCIAIS OU PROFISSIONAIS...) E UM GOSTOSO JOGO DA MÃO BOA, PARA O LEITOR/ALUNO E SEUS AMIGOS DISPUTAREM QUEM É O "MÃO FIRME" DA TURMA! AMBOS OS PROJETOS "LEIAUTADOS" EM CIRCUITO IMPRESSO ESPECÍFICOS, SERVINDO TAMBÉM COMO IMPORTANTE COMPLEMENTO PRÁTICO DO APRENDIZADO!

O Leitor/Aluno assíduo, que acompanha ABC desde a sua primeira "Aula", já sabe que sempre, aqui na parte final de cada Revista, surgem uma ou duas Montagens Práticas, já que a Seção é especialmente destinada a implementar a "mão de obra", em cima daquilo que já se aprendeu nas partes Teóricas e Informativas do nosso "Curso" (ou, às vezes, praticando com antecedência importantes conceitos que serão vistos em futuras Revistas/"Aulas'...).

Adeptos incondicionais que somos do axioma "APRENDER FAZENDO", procuramos, na mesma "curva" de crescimento das outras Seções do ABC, também lenta e seguramente tornar as montagens aqui apresentadas mais e mais úteis, interessantes e complexas (porém **nunca** tão complicadas que possam "espantar" ou "atemorizar" os "Alunos" novatos...). Além disso, procuramos abrir o "leque" de assuntos e temas, aqui na Seção PRÁTICA, não esquecendo dos Projetos de caráter puramente lúdico (brinquedos, curiosidades, etc.), aqueles de real utilidade prática e também dos destinados ao uso em bancada, como subsídio ao próprio aprendizado e desenvolvimento técnico do Leitor/"Aluno"!

As duas montagens ora mostradas atendem a dois importantes focos de interesse imediato: uma permite "um monte" de aplicações práticas, no Lar, em atividades comerciais ou profissionais diversas, como sofisticado fator de segurança e controle (BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA) e a outra traz um brinquedo capaz de divertir a turma em reuniões, jogos e atividades mais "amenas" (que ninguém é de ferro...), na forma de um jogo que testa a **firmeza** das mãos do operador, verificando e indicando com precisão quem é o "mão de pedra" e quem é o "mão de geléia"...

Como Vocês já tiveram as "Aulas" práticas sobre a confecção e utilização dos Circuitos Impressos, ambas as montagens usam como substrato esse sistema de construção (mesmo porque daqui pra frente - salvo algumas Experiências simples de Apoio à parte Teórica da "Aula"... - **todas** as montagens mostradas em ABC, com caráter "definitivo", serão em Circuito Impresso). Com isso irão ganhando mais e mais prática e confiança, aprendendo "no ato" as "manhas" e "macetes" que diferenciam um "calouro pagão" de um "aluno veterano"...

- A COISA - A BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA é exatamente o que o seu nome "diz": um circuito capaz de, por meios óticos (não "sólidos", portanto...), estabelecer uma "cerca" ou "obstáculo" que, ao ser "quebrado" ou atravessado, aciona uma chave eletrônica. Esta "chave" (materializada em um relê com boa potência de comutação...), por sua vez, pode acionar cargas "pesadas", alimentadas que sejam por C.C. ou mesmo C.A. (110-220) como campainhas, buzinas, alarmes, lâmpadas, etc. A tal "cerca" ou "barreira" não é mais do que um feixe de luz visível, emitida por uma lâmpada incandescente comum e pequena, direcionado horizontalmente (ou mesmo verticalmente, dependendo unicamente da instalação...) a um sensor contido no circuito... Assim, sempre que alguém ou algo "cruzar" o tal feixe luminoso, interrompendo-o, o circuito "reconhece" essa interrupção e aciona o seu relê incorporado (o tal relê é mantido acionado **enquanto** o feixe/barreira continuar "interrompido"...). As possibilidades de utilização, instalação e adaptação contam-se pelas **dezenas**, porém a mais comum delas é, seguramente, no controle de passagens (portas, corredores, etc.).

Como os contatos de utilização do relê incorporado podem manejar potências, correntes e tensões consideráveis, embora o circuito em sí trabalhe sob modestos 9 volts (uma ou duas centenas de miliampéres...), a **B.O.S.** pode, tranquilamente, ativar uma poderosa campainha cada vez que a "barreira" é rompida, ou acender uma lâmpada de advertência ou aviso, ou ainda comandar o disparo de sistemas de alarme sofisticado... Ainda no campo das "portas e passagens", com a tal barreira colocada um pouco **antes** da dita cuja (no exato caminho a ser percorrido por quem pretenda atravessar a porta ou passagem...), o relê (seus contatos de potência) também poderá ser usado para acionar um sistema elétrico de abertura de fechaduras (ou mesmo de "movimentação" física da própria porta, via motores e sistemas eletro-mecânicos de tracionamento, etc.). As possibilidades totais da B.O.S. são quase "incontáveis" e a própria imaginação do Leitor/Aluno, mais as circunstâncias específicas, ditarão e induzirão a diversos acoplamentos e utilidades derivadas da função básica (ativar uma poderosa "chave" elétrica, quando um feixe luminoso é interrompido...).

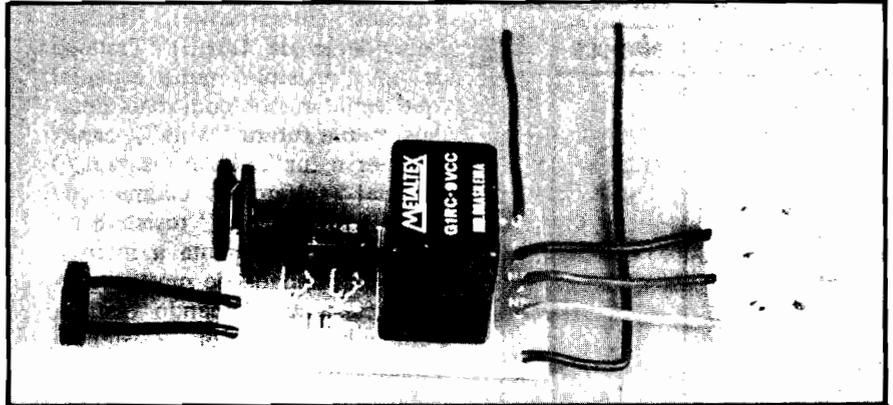
- **FIG. 1** - O esquema do circuito da B.O.S. Para quem está "chegando agora à Escola", é bom notar que um "esquema" não é mais do que a representação simbólica e estilizada dos próprios componentes e ligações que perfazem um circuito... É, portanto, uma espécie de "mapa" que nos orienta sobre "o quê está lá, e ligado com o quê...". Aprender a "ler" um esquema é fundamental para todo aquele que pretende realmente caminhar e avançar na moderna Eletrônica... Assim, ABC já deu (e dará, continuamente...) várias "dicas" de como interpretar essas importantes representações simbólicas dos circuitos, componentes e ligações... Voltando à analogia do "mapa", neste, aqueles "risquinhos azuis" **representam** rios (não **são**, obviamente, **rios**, mas indicam, com boa precisão, o tamanho, a "forma", o percurso daquele fluxo d'água específico...); num esquema, aquele "retangulinho" **representa** um resistor, indicando sua posição no circuito, mostrando "em quê" estão ligados seus terminais e citando também (através de notações alfanuméricas) seu valor e outros eventuais parâmetros sobre a peça! É por aí... Praticar a "leitura" de diagramas esquemáticos é importante fator inicial para o aprendiz de Eletrônica...

- **FIG. 2** - Principais componentes do circuito da B.O.S., em suas aparências, símbolos, identificação de terminais e outros dados "visuais" importantes. Notem que comparando cada peça com o respectivo símbolo, e mais a sua localização no esquema (fig. 1) é que o Leitor/Aluno vai desenvolvendo sua "percepção" para o assunto (que, na verdade, não tem o menor "segredo", tratando-se da mais elementar iconografia.

Fig. 1

- **TRANSÍSTORES** - São usados 2 no circuito (BC548 ou equivalentes). A identificação das "pernas" é feita tomando-se como referência o lado "chato" do corpo da peça. Os dois BC548 usados, são de polarização NPN (seta do **emissor** apontando para fora do círculo do símbolo...).

- **DIODO** - Um único 1N4148 é usado na B.O.S. A identificação do terminal de **catodo** (K) é feita pela faixa ou anel constrastante existente na respectiva extremidade do corpo da peça.

- **RELÊ** - Esse importante componente, da família "eletro-magneto-mecânica" (estudado na "Aula" nº 4 do ABC...) exerce importante função final, de potência, no circuito. O código recomendado (G1RC-9VCC) apresenta a identificação de terminais mostrada na figura. As interpretações das abreviações são: (B) = **bobina**, (C) = contato "comum" ou "neutro", (NA) = contato Normalmente Aberto, e (NF) = contato Normalmente Fechado (quem estiver "embananado deve re-consultar o ABC nº 4...).

- **TRIM-POT** - Conforme vimos na primeira "Aula" do ABC, não é mais do que uma espécie de RESISTOR AJUSTÁVEL, apre-

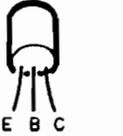
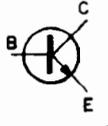
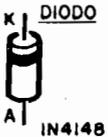
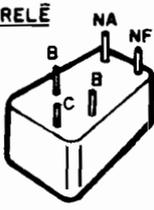
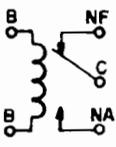
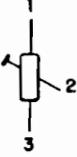



Fig. 2

sentando, portanto, três terminais (dois nos extremos do elemento resistivo e um correspondente ao "cursor" ou contato móvel, através do qual podemos variar o valor resistivo entre **este** terminal e qualquer dos extremos...).

- **RESISTOR** - O circuito da B.O.S. é tão simples que usa apenas **um** resistor (coisa rara, já que resistores são - com certeza - os componentes que **mais** aparecem, em qualquer circuito...). O único ponto que exigirá a atenção do Leitor/Aluno é quanto à correta "leitura" do valor do componente (ABC nº 1 está "lá", na estante, para ser consultada, se persistirem dúvidas...).
- **FIG. 3 - LDR** - Iniciais dos termos em inglês **Light Dependent Resistor** (literalmente: Resistor Dependente da Luz...). Trata-se de um "resistor" muito especial (que estudaremos com mais detalhes, numa futura "Aula"), capaz de "ver a luz"... Isso mesmo! O material (sulfeto de cádmio) de que é feita a "pista" resistiva do componente, apresenta a interessante propriedade de mostrar **menor** resistência quando estiver **iluminado**, e **maior** resistência quando for colocado na **escuridão**! Com isso, um LDR faz um papel de verdadeiro "olho eletrônico", já que, monitorando sua resistência através do conveniente circuito (é justamente o que a B.O.S. faz...) podemos "saber" se "ele está vendo luz" ou "se está na escuridão"! O LDR - diga-se - é apenas um dos inúmeros representantes da família dos **opto-eletrônicos** (componentes capazes de "casar" manifestações óticas com fenômenos puramente eletro-eletrônicos) que merecerá "Aula" específica, no devido tempo... Assim como acontece com um resistor "comum", o LDR também não é polarizado, ou seja: seus terminais podem ser ligados "daqui pra lá" ou "de lá pra cá", indiferentemente, sem problemas... Existem contudo (como vemos na figura...) diversos "modelos" e tamanhos de LDR. Como o circuito da B.O.S. é bastante flexível em seus parâmetros, "aceita" praticamente um LDR de qualquer modelo ou tamanho. É bom notar, desde já, o seguinte: na face frontal do componente, podemos observar uma espécie de "pista" ou "trilha", geralmente em "zigue-zague", claramente visível através de uma janela ou cobertura transparente (vidro, plástico, verniz, etc.). Essa "pista" é justamente o elemento resistivo foto-sensível (que "vê" a luz...) e quanto mais longa, maior será a sensibilidade média do componente (ou seja: maior será a faixa de variação ôhmica apresentada pelo LDR, em função de extremos de luz e escuridão aos quais for submetido...). A figura mostra também o símbolo adotado para representar o LDR nos diagramas de circuitos ("esquemas"), ao lado de indicações simples de como funciona o dito cujo, frente à luz ("lâmpada acesa") ou escuridão ("lâmpada apagada").

- **SOBRE A "LISTA DE PEÇAS"** - Como sempre, o aconselhável é que o Leitor/Aluno procure adquirir exatamente os códigos relacionados na LISTA DE PEÇAS, porém alguns itens admitem explicitamente certas equivalências...). Nesses casos, procurar respeitar as indicações contidas nessa possibilidade de "equivalência", guiando-se sempre pelo bom senso e pelas orientações IMPORTANTES que frequentemente aparecem nas Seções "TRUQUES & DICAS" e "ARQUIVO TÉCNICO" das "Aulas" do ABC (A Revista tem que ser lida e entendida **todinha**... Não vale ficar **só por aqui**, atendo-se às gostosas Montagens Práticas, não...! Quem quiser realmente **aprender** alguma coisa **terá** que conviver com o caráter abrangente das nossas "Aulas"...). Mais uma coisa quanto as "equivalências": não esqueçam que na técnica de montagem em Circuito

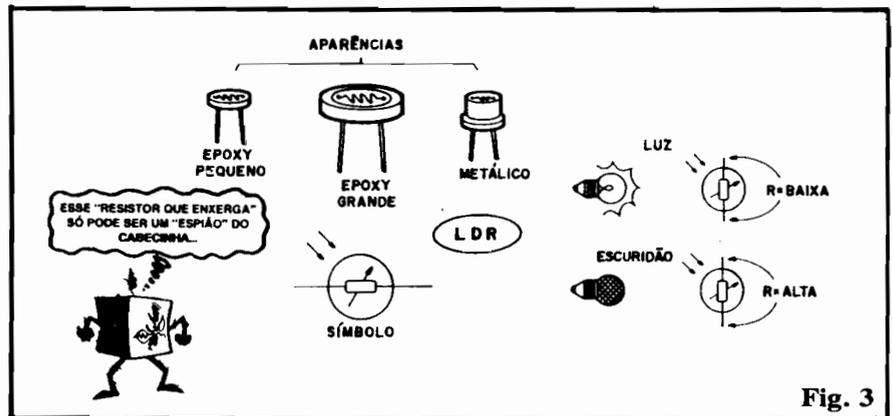



Fig. 3

LISTA DE PEÇAS (13ª MONTAGEM PRÁTICA)

- 2 - Transístores BC548 ou equivalentes (NPN, baixa potência, baixa frequência, bom ganho).
- 1 - Diodo 1N4148 ou equivalente (1N914, 1N4001, etc.)
- 1 - LDR (**Light Dependent Resistor** - "Resistor Dependente da Luz"), pequeno ou médio, qualquer modelo.
- 1 - Resistor 3K9 (laranja-branco-vermelho) - 1/4 watt
- 1 - **Trim-pot** 1M (vertical)
- 1 - Relê G1RC-9VCC ("Metaltex") - Bobina para 9 volts CC e um contato reversível para 10A.
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (4,8 x 3,0 cm.)
- 1 - Pedaço de barra de conetores parafusáveis ("Sindal") com 3 segmentos.
- - Fio e solda para as ligações

DIVERSOS/OPCIONAIS

- - ALIMENTAÇÃO: a B.O.S. poderá ser alimentada com 6 pilhas pequenas ou médias, num suporte conveniente (9V), ou por fonte tipo "conversor" ou "eliminador", para 9V x 250mA (ou corrente maior...).
- 1 - Caixa para abrigar a montagem. As dimensões e formas do **container** dependerão muito do arranjo final de instalação e acomodação pretendidos pelo Leitor/Aluno, razão pela qual preferimos deixar "em aberto" esse item. Por exemplo: se o circuito for alimentado por 6 pilhas pequenas no respectivo suporte, uma caixa "Patola" mod. PB112 (12,3 x 8,5 x 5,2 cm.) servirá perfeitamente.
- 1 - Lâmpada incandescente comum, para a geração do feixe luminoso da barreira. Dependendo do alcance, das condições naturais de luminosidade ambiente e outros fatores, essa lâmpada poderá ir desde uma bem pequena (tipo "de santinho") com potência de 5W, até uma em tamanho **standart**, para 40 ou 60W - VER DETALHES MAIS ADIANTE.
- 1 - Tubo (preferência em metal para abrigar e concentrar o feixe luminoso da lâmpada (dimensões dependendo da lâmpada e da instalação...).
- 1 - Tubo pequeno, metal ou plástico (originalmente ou pintado com preto fosco), com diâmetro pouco maior do que o apresentado pelo LDR e comprimento entre 5 e 10 cm. Servirá para instalação e "direcionamento" do foto-sensor (LDR). - VER DETALHES MAIS ADIANTE.

Impresso, existe um outro parâmetro importante, e **não elétrico**, representado pelas próprias **dimensões físicas** do componente... Se a peça usada em substituição for de formato, tamanho ou disposição de terminais **muito** diferente da originalmente gabaritada, poderá tornar-se impossível sua implementação na placa do Circuito... Cuidado, portanto, também com esse aspecto... Quanto ao LDR, já explicado que as poucas exigências do circuito da B.O.S. permitem a utilização de praticamente qualquer modelo ou código encontrável, destinado a aplicações gerais. Quanto ao relê, embora o mesmo fabricante ("Metaltex") e outros, também forneçam componentes com as exatas características **elétricas** relacionadas na LISTA, lembrar do que foi dito sobre tamanho, formato e posicionamento de terminais: eventualmente um equivalente "elétrico" poderá **não ser** um equivalente "mecânico", o que exigiria modificações substanciais no **lay out** (desenho do padrão de ilhas e pistas cobreadas) do Circuito Impresso. Quem se julgar com competência para fazer tais eventuais modificações, pode "ir fundo", porém não aconselhamos tais "ousadias" aos **absolute begginers**...

- **FIG. 4** - Circuito Impresso específico, em tamanho natural (escala 1:1), permitindo a cópia (carbonagem) direta. A Seção "TRUQUES & DICAS" de ABC nº 5 mostrou os diversos "macetes" e técnicas básicas para a confecção de uma placa específica de Circuito Impresso... "Vão lá"... O padrão é muito simples e está ao alcance da pouca prática (relativa...) dos "Alunos". Tudo é só uma questão de atenção e cuidado (tratem de ir treinando, pois já avisamos que as Montagens Práticas e Definitivas do ABC, daqui pra frente, serão praticamente **todas** dentro dessa técnica... Vocês já passaram daquela fase do "Jardim de Infância", realizando as montagens em barras de conetores, não é...?).

- **FIG. 5** - Diagrama de montagem ("chapeado") com a placa agora vista pelo lado não cobreado, todas as principais peças colocadas, identificadas e com os códigos de acesso externo à placa também indicados. ATENÇÃO ao posicionamento dos dois transístores (referenciados pelos seus lados "chatos" e do diodo (faixa ou anel na extremidade que "aponta" para o **trim-pot**...). NÃO ES-

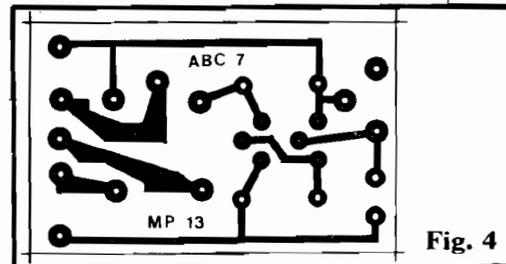



Fig. 4

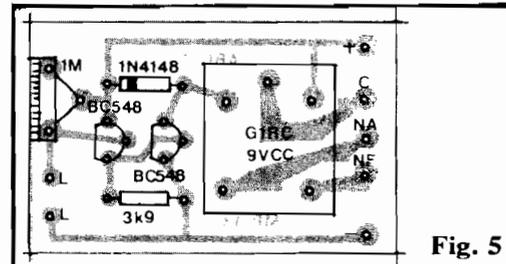



Fig. 5

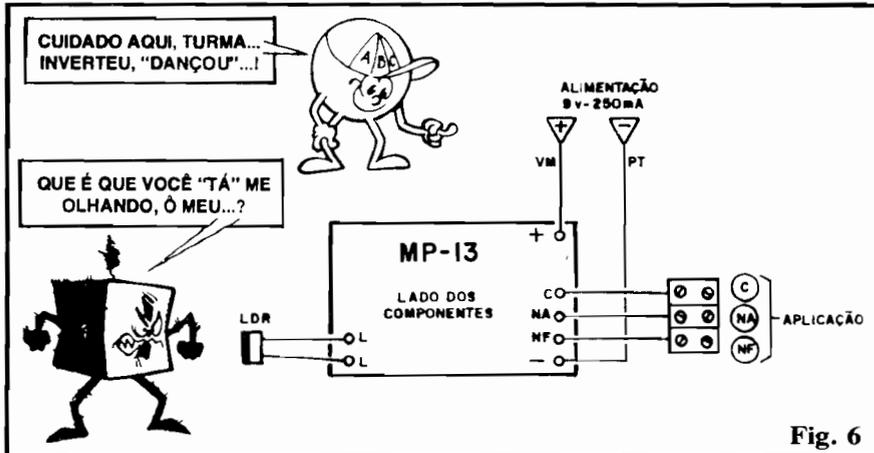



Fig. 6

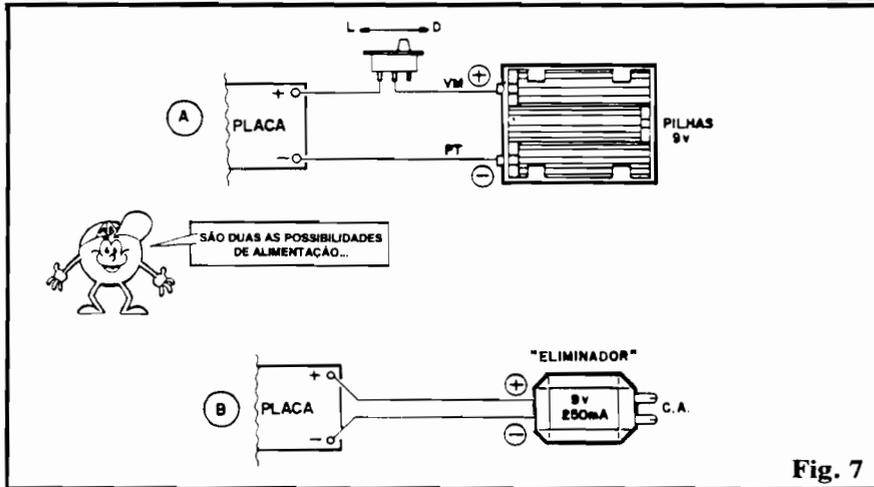



Fig. 7

impede isso: basta ligar o LDR à placa através de um cabinho paralelo (dois fios juntos), no conveniente comprimento, sem preocupações quanto à polaridade, já que o componente **não tem** terminais com "nomes" e funções específicas...

- **FIG. 7** - Como alimentar a B.O.S. de energia... Em 7-A vemos o modo mais simples, a partir de 6 pilhas (pequenas ou médias) no respectivo suporte, intercalando-se eventualmente uma pequena chave "Liga-Desliga" (pode ser uma H-H mini ou **standart**...) no fio do **positivo**. Em 7-B temos a segunda opção, a partir de um "eliminador" de pilhas (êta nominho impróprio...!) capaz de oferecer 9 volts CC sob corrente de 250mA (ou mais), e dotado dos respectivos pinos para ligação a uma tomada de CA local (110 ou 220V, dependendo do conversor ou do seu chaveamento - observem isso...).

●●●●●

LIGAÇÕES E INSTALAÇÃO (AJUSTE)

QUECER dos "mandamentos" para uma boa realização de montagens soldadas:

- Placa (superfícies cobreadas) bem limpa (usar palha de aço fina ou lixa, até que o cobre fique brilhante), o mesmo ocorrendo com os terminais de componente... Superfícies sujas ou oxidadas não permitirão boas soldagens.
- Soldagens rápidas e usando a conveniente quantidade de solda (nem "sobra", nem "falta"...).
- Conferência cuidadosa ao final, para só então cortar-se as "sobras" de terminais, pelo lado cobreado.

- **FIG. 6** - Conexões externas à placa (esta ainda vista pelo lado não cobreado, como na fig. anterior...). Conferir e comparar os pontos de ligação das "coisas que estão fora" da placa, com as indicações também marcadas na fig. 5. ATENÇÃO à identificação da polaridade dos fios da alimentação (sempre convém usar fio **vermelho** para o **positivo** e fio **preto** para o **negativo**...). Notar também a identificação e marcação dos fios que levam a barrinha de conetores da APLICAÇÃO. Quanto ao LDR, notar que embora a figura o mostre ligado diretamente à placa, dependendo da instalação ou utilização pretendidas, pode ser necessário sua conexão "remota"... Nada

Conforme já explicado, são **muitas** as possibilidades aplicativas da B.O.S. As figuras e explicações a seguir dão **algumas** dessas possibilidades, ficando por conta de cada um a eventual "descoberta" de outras "habilidades" do circuito.

- **FIG. 8-A** - Sempre lembrando que os três contatos finais de apli-

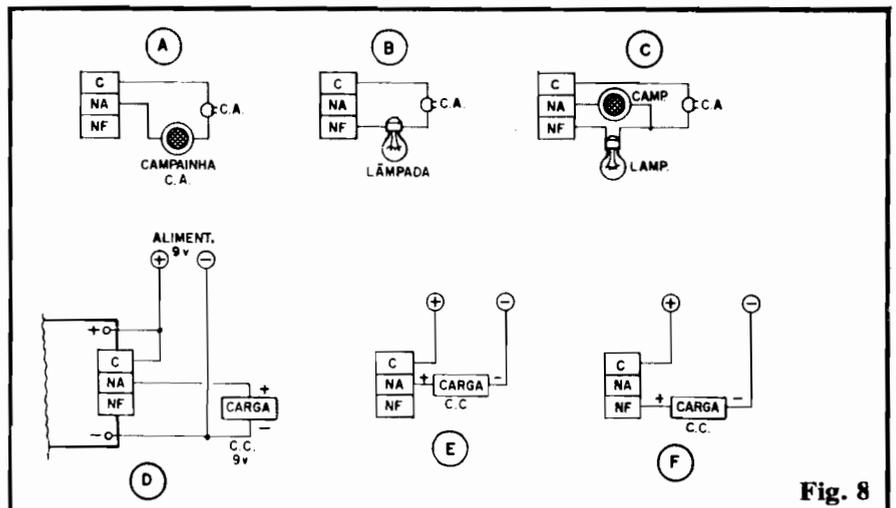



Fig. 8

cação do relê são - a princípio - completamente independentes e isolados do restante do circuito da B.O.S., devemos levar em conta apenas os parâmetros/limites de tais contatos, que são: corrente até 10A (carga resistente), tensão até 220V (C.C. ou C.A.) e potência final até 1.200W. Também considerar que o conjunto de contatos de Saída age assim: o contato "C" é o "comum" ou "móvel". Em repouso (relê não energizado) ele encontra-se ligado ao contato "NF" (Normalmente Fechado) e desligado do contato "NA" (Normalmente Aberto). Com a energização do relê, o contato "C" liga-se ao "NA" e desliga-se do "NF", devido à sua ação "reversível" (quem tiver dúvidas deve consultar de novo a "Aula" nº 4...). Assim - por exemplo - para ativar momentaneamente uma simples campainha ou "cigarra" (110 ou 220 V.C.A.) quando a Barreira é rompida, bastam as ligações mostradas no esqueminha...

- **FIG. 8-B** - Usando-se ativamente o "outro" contato do relê, podemos fazer - por exemplo - com que uma carga de C.A. (no caso uma lâmpada incandescente comum...) se **desligue** momentaneamente, durante o rompimento da Barreira. Quem quiser "inverter" a finalização, basta ligar o fio que vem da lâmpada ao contato "NA" (e não ao "NF", conforme sugerido no esqueminha...). Em qualquer caso teremos um aviso "visual" (pelo rápido "apagamento" ou "acendimento" da lâmpada...) sobre a violação da passagem controlada!

- **FIG. 8-C** - O uso inteligente dos contatos reversíveis do relê permite interessantes variações nos controles finais... Com o arranjo mostrado (acionando uma lâmpada comum e uma cigarra, ambas sob C.A. - 110 ou 220V), ocorrendo o momentâneo rompimento da Barreira, a lâmpada (que estava acesa...) apaga brevemente, enquanto que a campainha (que estava "muda"...) dá um toque momentâneo. Esse duplo aviso é tão "impressivo" que pode até ser usado com a finalidade única de "espantar" o intruso (se a lâmpada for a que ilumina o próprio local, e a campainha for colocada junto à passagem controlada).

- **FIG. 8-D** - Os contatos de utilização do relê não "precisam" ser **sempre** independentes e isolados do circuito da B.O.S.! Se a carga a ser acionada funcionar sob C.C., 9 volts, nada impede que esta compartilhe a alimentação com o próprio circuito eletrônico, conforme sugere o diagrama. Alguns pontos a considerar, nessa configuração: a capacidade de corrente da fonte geral de alimentação (9 volts) deverá corresponder à **soma** das necessidades do circuito da B.O.S. (250mA) e da carga. Se - por exemplo - a carga precisar de 1A, a alimentação geral deverá ser capaz de prover 1,25A ao conjunto, e assim por diante... No diagrama, a carga **liga** no momento em que a Barreira é rompida, podendo-se, contudo, inverter o comportamento, usando o "truque" já explicado em 8-B...

- **FIG. 8-E** - Cargas de C.C., que **não possam** trabalhar sob 9 volts exigirão uma fonte independente (respeitados apenas os limites dos próprios contatos de relê, já explicados em 8-A). O diagrama mostra o arranjo para "ligar carga" durante o rompimento da Barreira.

- **FIG. 8-F** - Contrapartida para o caso 8-E, porém com a carga C.C., normalmente ligada, desligando-se momentaneamente apenas durante a violação da Barreira. Nos dois casos (8-E e 8-F) observar que a **polaridade** da carga com relação à sua fonte de alimentação independente, deverá ser obviamente **respeitada**...

- **FIG. 9** - A INSTALAÇÃO - O ponto fundamental é notar que para o perfeito estabelecimento da Barreira Ótica, o foto-sensor (LDR) do circuito deve ficar "entubado", conforme mostra a fig. 9-A, à direita. Idealmente, o tubo deve ser de material escuro, opaco e fosco (como "quebra-galho", um tubinho feito com cartolina preta dará certinho...). Notar que quanto mais longo e "fino" for o tubo, mais direcional e menos sensível a fontes de luz interferentes, será o sistema. Obviamente que o diâmetro mínimo do tubo é condicionado pelo próprio LDR

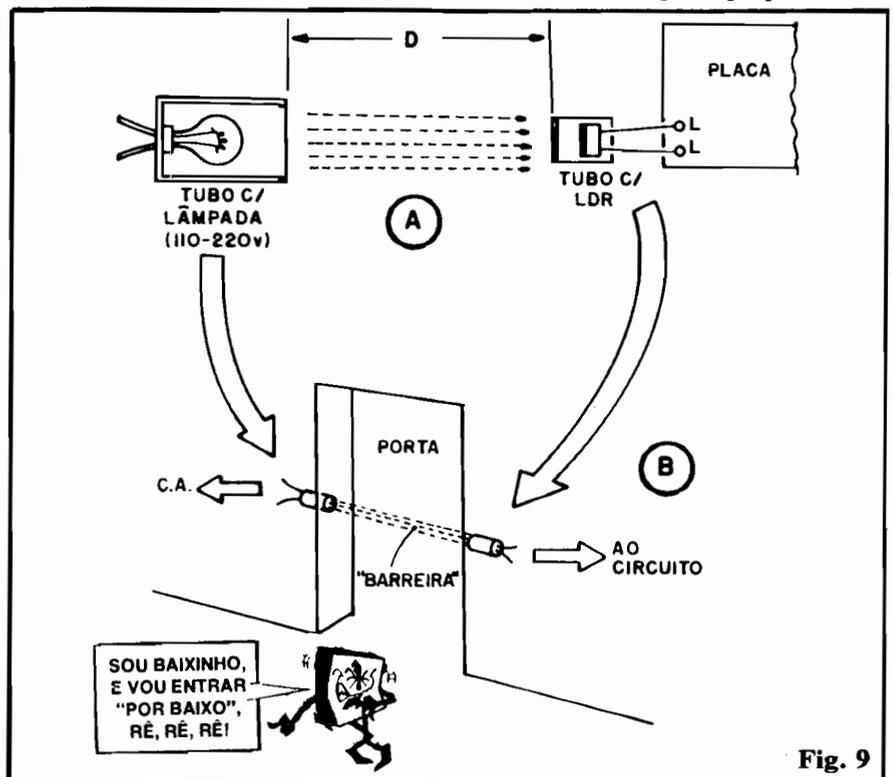



Fig. 9

que ficará "lá dentro". Um aviso, porém: um tubo **muito** longo tornará o sistema de difícil "focalização", além de, inevitavelmente, restringir a própria sensibilidade geral do LDR... Há que se achar, portanto, um meio termo, por eventual experimentação, até otimizar a resposta do sistema. Para que haja um bom alcance (distância "D" a maior possível...) convém que também exista uma lâmpada excitadora, na outra "ponta" da Barreira, devidamente entubada... O tubo da lâmpada, por razões óbvias, não pode ser muito "justo" (desenvolve-se razoável calor nele, emitido pela lâmpada, e o material pode sofrer as consequências disso...), nem feito de material sensível ao calor. Deve, também, ser internamente bem refletivo, de modo a intensificar a manifestação luminosa da lâmpada... Uma boa sugestão é fazer (ou aproveitar, de alguma embalagem vazia...) um tubo de lata. Dependendo do alcance pretendido, a lâmpada poderá ter uma potência desde 5W até 40W (lembrar que tanto o **tamanho** quanto o **calor** emitido serão diretamente proporcionais à essa "wattagem"...). Em 9-B temos a disposição geral para o controle de uma porta ou passagem, notando-se que o fundamental é o perfeito **alinhamento** da fonte luminosa (lâmpada) com o sensor (LDR). Corretamente instalado, mesmo um sistema simples como o sugerido, pode chegar a um alcance de até uns 3 ou 4 metros (normalmente portas, corredores ou passagens tem uma largura **menor** do que isso...). Quem quiser tentar longos alcances, poderá experimentar uma melhoria puramente **ótica** no sistema, dotando o LDR e - eventualmente - também a lâmpada, de lentes concentradoras do feixe luminoso.

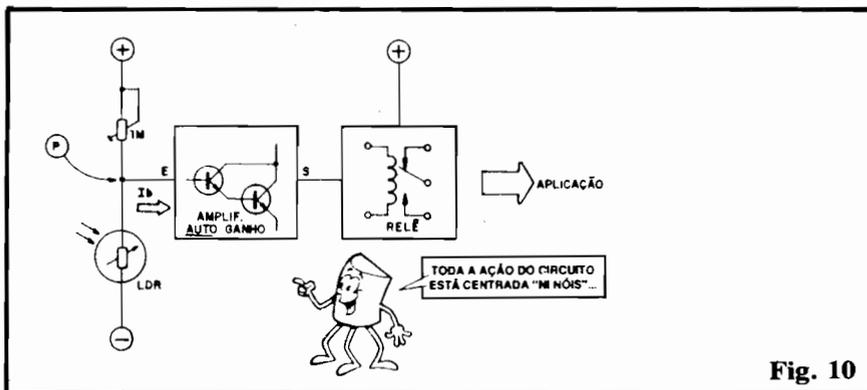
CONSIDERAÇÕES - De uma maneira geral, a sensibilidade do sistema tem uma vinculação com a luminosidade ambiente média... Quanto mais claro e iluminado for naturalmente o local, menor será o alcance ajustável na B.O.S. Quanto a esse ajuste, a solução prática é inicialmente fazer a conexão conforme mostrada em 8-A ou 8-B (com a instalação geral conforme 9-B ou semelhante...) e, **partindo de uma posição "central" no trim-pot**, ir lentamente variando seu ajuste (girando devagar o **knob** incorporado...) até obter o exato ponto em que o relê se "desliga"... Esse é o ponto de máxima sensibilidade da B.O.S. Experimente, então, "romper" a Barreira, com o próprio corpo, ou com um objeto opaco interceptando o feixe luminoso, e verifique a imediata reação do circuito! Dependendo das condições e luminosidade ambiente, e da própria disposição geral da instalação e local, eventualmente poderão ser "aproveitadas" fontes luminosas **outras** (que não uma lâmpada específica, entubada e direcionada para o LDR, como em 9-A e 9-B...): uma janela estrategicamente posicionada, poderá funcionar como "fonte do feixe"... Outra idéia (em corredores estreitos funciona "maravilha"...) é embutir-se o sensor **no chão**, apontando para cima, na direção de uma lâmpada normalmente instalada no teto do local (ou até usando a própria luz do dia, em ambientes abertos - não custa experimentar...). Quando o intruso passar por sobre o sensor, sua "sombra" acionará a B.O.S.! Finalmente, em qualquer circunstância, evitar um ajuste no qual necessariamente o **knob** do **trim-pot** tenha que ser levado a posições **extremas** (todo à esquerda ou todo à direita...). Se tal ocorrer, convém modificar, experimentalmente, o valor original de 1M desse componente.

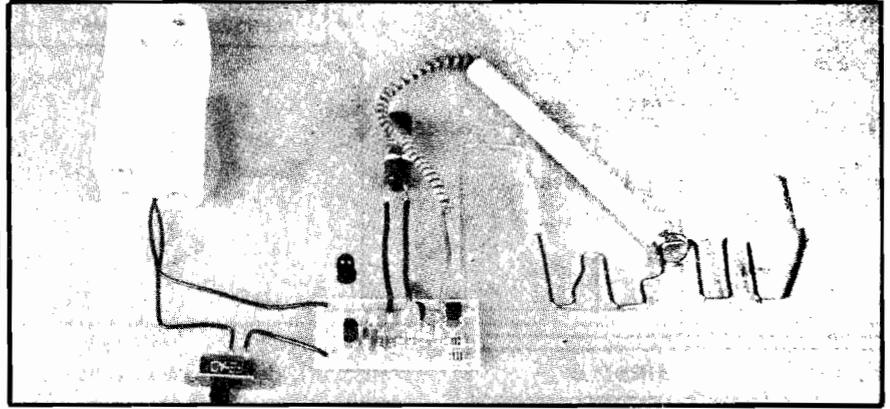
Fig. 10

O CIRCUITO (ANTECIPAÇÃO TEÓRICA)

Na explicação do funcionamento do circuito da B.O.S., o Leitor/Aluno não precisará tanto assim de uma "antecipação", uma vez que os aspectos e componentes fundamentais do arranjo **já foram** estudados em suas bases! Apenas o foto-sensor (LDR) é "novidade" (mais fácil de entender...). Vamos lá...

- **FIG. 10** - Diagrama de blocos do circuito da BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA. O LDR (como já vimos, um resistor "variável automaticamente pela luz"...) forma, com o **trim-pot** de 1M um simples divisor de tensão, de modo que, na junção dos componentes em série (ponto "P") a tensão momentânea é **maior** quando o LDR está "no escuro" (alta resistência) e **menor** com o foto sensor sob luz forte (resistência baixa). Essa tensão, "variável com a luz", faz com que se desenvolva uma proporcional **corrente** à Entrada "E" de um bloco amplificador transistorizado de elevadíssimo ganho, estruturado com o par de BC548 (quem for "lá", na "Lição" Teórica - começo da "Aula" - verá que se trata, nada mais, nada menos, de um arranjo **Darlington**, incluindo apenas um resistor de polarização junto ao **emissor** do primeiro e à **base** do segundo transístor). A corrente fornecida pelo ponto "P", após **grande** amplificação, assume na Saída do bloco **Darlington**, a suficiente intensidade para energizar o relê, que assim "fecha", acionando seus contatos e coman-

dando a Aplicação (ver figs. 8-A até 8-F...). Tudo muito simples e direto:

- Mais luz, menor resistência no LDR, menor tensão no ponto "P', corrente na Entrada "E" **insuficiente** para a energização do relê após amplificação.
- Menos luz, maior resistência no LDR, maior tensão no ponto "P", corrente na Entrada "E" **suficiente** para energização do relê após amplificação.
- Como o "ramo superior" do divisor de tensão é formado por um resistor ajustável (**trim-pot**), podemos, com relativa facilidade, variar o "ponto" exato de reação do circuito, ou seja, aquele - dependente da luz que atinge o LDR - capaz de determinar, no ponto "P", a tensão necessária para "empurrar" a suficiente corrente de Entrada (que, após amplificação, acionará o relê).

PRÁTICA 14

(14ª MONTAGEM PRÁTICA)

Jogo da Mão Boa

- **A COISA** - Por fora um joguinho gostoso, interessante e desafiador, materializado na forma de um "labirinto", cheio de curvas, ângulos, torções, desvios e dificuldades (tantas quantas se queira...) feito com fio metálico grosso, e que deverá ser "percorrido" pelo jogador, acionando uma pequena argola também metálica, segura por uma manopla, SEM QUE, EM MOMENTO ALGUM, A "ARGOLA CURSORA" **TOQUE** O "LABIRINTO"! Apenas será considerado autêntico "MÃO BOA" aquele jogador que conseguir vencer **todo** o percurso do labirinto **sem nenhum toque** da argola móvel (podemos garantir que **não é tão fácil** quanto possa parecer...). Dois LEDs monitoram constantemente o jogo: um VERDE, cujo acendimento indica que o brinquedo está pronto ("rearmado") para o desempenho do jogador, e outro VERMELHO (e "piscante"...), alcaguetando inexoravelmente caso **ocorra** um toque da argola no labirinto (o que, automaticamente, elimina o jogador, devendo este dar a vez a outro aspirante a "MÃO BOA"...). Quem conseguir fazer todo o "caminho", mantendo o LED verde aceso até o final, leva automaticamente o troféu "Mãozinha de Granito", para orgulhosamente ostentá-lo na sua prateleira de lauréus (putz!). Ocorrendo o toque (e consequente desclassificação do jogador), para que o JOGO seja reposto em situação inicial, basta apertar-se um **push-button**, com o que imediatamente o LED alcagueta, VERMELHO "PISCANTE", apaga, dando lugar ao acendimento do LED VERDE, indicador de "caminho livre" para nova tentativa! Todo o arranjo é bastante interessante e - se construído com certo "capricho" - não ficará devendo muito a certos brinquedos eletrônicos comerciais que existem por aí, que custam, porém, **muito** mais... Por dentro, o JOGO DA MÃO BOA aproveita com inteligência e simplicidade as habilidades amplificadoras de três transístores de baixo custo, num arranjo ao mesmo elementar e eficiente, cuja construção colaborará - temos certeza - para o aprofundamento dos conhecimentos do Leitor/Aluno a respeito do funcionamento dos transístores! Tudo junto: Você FAZ, APRENDE, USA e SE DIVERTE... Quer mais...?!

- **FIG. 1** - Esquema do circuito do JOGO DA MÃO BOA... Tudo muito simples e direto, baseado apenas em componentes e conceitos **já vistos** nas "Aulas" do ABC. Nessas alturas do "ano letivo", todos os "Alunos" assíduos já têm a capacidade de "ler" com segurança um esquema, sempre lembrando que ele não passa de um diagrama simbólico dos próprios componentes e interligações que totalizam um circuito "real"... Conforme já dissemos várias vezes, se Você é capaz de

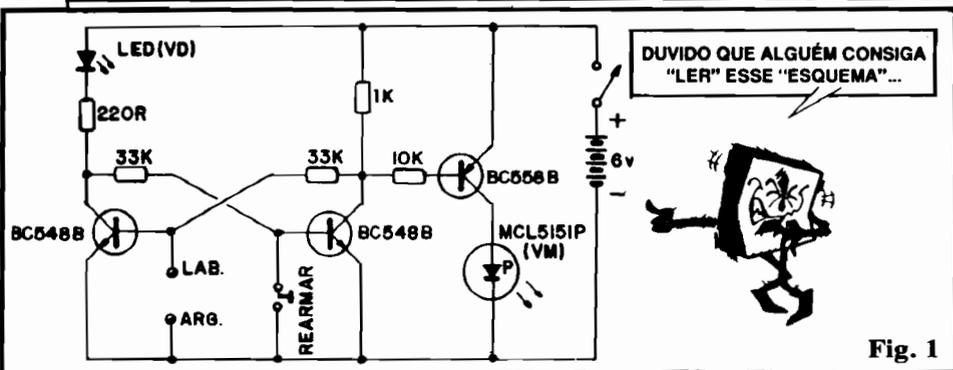



Fig. 1

Fig. 2

interpretar um mapa ou uma planta de ruas de uma cidade, também é capaz de "ler" um esquema de circuito... Ambas as representações lidam com simbologias visuais simples e estilizadas, de entendimento direto e elementar (basta saber o "significado" de cada símbolo, e isso todas as "Aulas" do ABC mostram, com referência a CADA componente especificamente abordado...).

- **FIG. 2** - Principais componentes do circuito, em aparência, símbolo e identificação de terminais (todos já foram vistos, ainda que "de passagem", mas vamos recordá-los...):

- **OS TRANSÍSTORES** - São dois NPN (BC548) e um PNP (BC558), devendo o Leitor/Aluno lembrar que, embora "por fora" sejam idênticos, suas polaridades e seus símbolos apresentam diferenças. A ordem das "pernas", contudo , é também igual, em ambos os códigos... Observar cuidadosamente a inscrição alfanumérica feita pelo fabricante no "corpo" do componente, para que não ocorram trocas ou inversões na hora das ligações definitivas...

- **OS LEDs** - São usados dois no circuito: um "comum", VERDE e outro do tipo "pisca-pisca", VERMELHO. "Por fora" apresentam igual configuração (à exceção da cor...) e a identificação dos terminais também é semelhante (o catodo "K" é a "perna" mais curta, saindo da peça junto a um pequeno chanfro lateral...). Os símbolos, porém, apresentam diferenças... Verificar (e decorar...).

- **OS RESISTORES** - São usados cinco, e o Leitor/Aluno deverá unicamente atentar para seus **valores** (aqueles "Alunos" atrazadinhos, lá do "fundo da sala", que **ainda não decoraram** o Código de Cores, devem, como castigo, reler três vezes, "sem tirar o olho", a primeira "Aula" do ABC...).

- **FIG. 3** - Placa específica de Circuito Impresso, com o **lay out** do padrão cobreado (ilhas e pistas) mostrado em tamanho natural (é só copiar, diretamente...). A simplicidade geral do circuito permite grande sintetização no padrão cobreado, de modo que a "copiagem" e confecção, da plaquinha será uma verdadeira "moleza" (vão praticando, já avisamos...). "Pintando" dúvidas, não tenham "vergonha" de consultar as "Aulas" anteriores do ABC que detalharam os aspectos práticos da confecção e utilização de placas de Circuito Impresso.

- **FIG. 4** - Chapeado da montagem (placa vista pelo lado não cobreado, componentes principais já colocados). Os pontos que merecem maior atenção:

- Posicionamento dos transístores (cuidado para não colocar o BC558 no lugar de um BC548...) referenciado pelos seus lados "chatos".
- Valores dos resistores, em função das posições que ocupam na placa. ATENÇÃO.
- Observar a codificação adotada para identificação das ilhas periféricas, destinadas às conexões externas à placa, detalhadas a seguir.
- Conferir tudinho ao final (valores, códigos, posições, qualidade dos pontos de solda, ausência de "curtos", corrimentos ou insuficiências, etc.) e só então "amputar" as sobras de terminais, com alicate de corte, pelo lado cobreado da placa.

- **FIG. 5** - Conexões externas à placa. A figura mostra o Circuito Impresso - tal como na fig. anterior - pelo seu lado não cobreado. Atenção maior aos seguintes pontos:

- Polaridade da alimentação (e posição da chave geral "L-D"), adotando a norma universal de fio **vermelho** no **positivo** e fio **preto** no **negativo**.

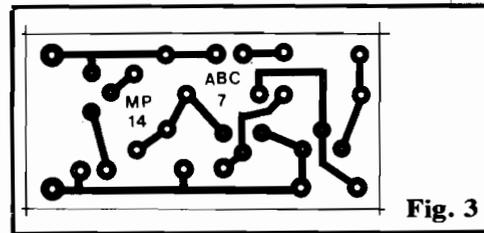



Fig. 3

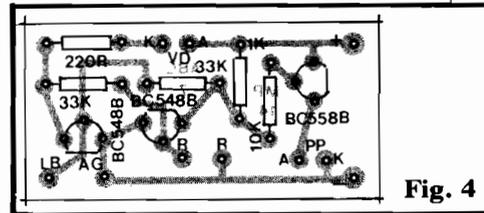



Fig. 4

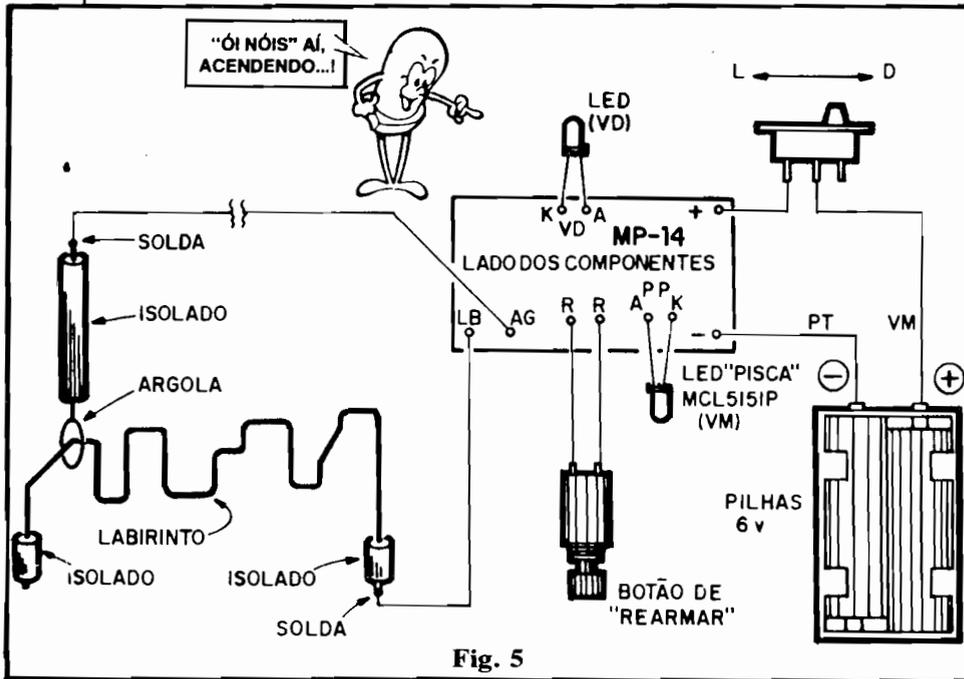



Fig. 5

- Posicionamento dos dois LEDs e correto "casamento" dos seus terminais com as respectivas ilhas de ligação na placa. A propósito, quem acompanhou com atenção às "Aulas" anteriores, **sabe** que a codificação "VM" significa "VERMELHO" e "VD" quer dizer "VERDE"... Notar ainda que, dependendo da acomodação final à caixa escolhida pelo Leitor/Aluno, os LEDs poderão, perfeitamente, ficarem em pontos relativamente distantes da placa, ligados a ela através de fiozinhos finos (sem problemas, desde que o "casamento" terminais/ilhas respectivas, esteja correto...).
- Configuração "física" do LABIRINTO e da ARGOLA de jogar (falaremos mais sobre essa parte, adiante...).

SOBRE A "LISTA DE PEÇAS"

A grande simplicidade e "universalização" do circuito e componentes, praticamente garante que a aquisição de todas as peças ocorra sem problemas, condição esta ainda ajudada pelo fato de algumas das peças admitirem equivalências. Atenção àquela "letrinha B" no final dos códigos dos transístores, indicando que os ditos cujos devem ter assegurado um **ganho** um pouco acima da média apresentada pelos seus "primos sem letra"... O circuito pode até funcionar com transístores BC548 e BC558 ("sem letra"), porém uma plena garantia de resultados pede "aquela letrinha lá"... Preservada essa condição de "bom ganho", o BC548B pode ser substituído pelo BC547B ou BC549B, enquanto que o BC558B pode ser trocado pelo BC557B ou BC559B.

Os LEDs indicados também não constituem problema, respeitadas duas características de cor e funcionamento (O LED "pisca" **não deve**, obviamente, ser substituído por um LED comum...).

Quanto aos resistores, observados os seus **valores**, a dissipação nominal pode ser maior do que o 1/4 de watt indicado... Só que, nesse caso, o "corpo" da peça será também maior, eventualmente dificultando a sua confortável inserção na placa (levem isso em conta...).

Se não tiver jeito mesmo (Aquisição impossibilitada devido ao fato do Leitor/Aluno "se esconder" em localidades **muito** pequenas e **muito** distantes dos grandes centros comerciais...), resta ainda a prática possibilidade de se obter o "PACOTE/AULA" respectivo, pelo Correio, junto à Concessionária Exclusiva - EMARK (ver Anúncio/Cupom em outra parte da presente "Aula").

LISTA DE PEÇAS

(14ª MONTAGEM PRÁTICA)

- 2 - Transístores BC548B ou equivalentes
- 1 - Transístor BC558B ou equivalente
- 1 - LED verde, redondo, 5 mm
- 1 - LED "PISCA", código MCL5151P - vermelho, redondo, 5mm
- 1 - Resistor 220R x 1/4W (marrom-vermelho-marrom)
- 1 - Resistor 1K x 1/4W (marrom-preto-vermelho)
- 1 - Resistor 10K x 1/4W (marrom-preto-laranja)
- 2 - Resistores 33K x 1/4W (laranja-laranja-laranja)
- 1 - Interruptor simples (chave H-H **mini** ou **standart**)
- 1 - **Push-button** (interruptor de pressão) tipo Normalmente Aberto
- 1 - Suporte para 4 pilhas pequenas
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (4,6 x 2,3 cm.)
- \- Fio fino para interligações
- \- Cerca de 60cm. (não é crítica a dimensão) de fio de cobre grosso, originalmente isolado, tipo sólido (fio com calibre AWG nº 10,12 ou 14, por exemplo...).

DIVERSOS/OPCIONAIS

- 1 - Caixa para abrigar a montagem. Uma perfeita acomodação "visual" e "tátil" do jogo, exige um **container** não muito pequeno. Sugerimos o modelo "Patola" PB112 (12,3 x 8,5 x 5,2 cm.) ou outro, com dimensões iguais ou maiores. Na verdade, nesse item as possibilidades finais são muito "flexíveis", e o Leitor/Aluno imaginoso poderá "inventar" outras disposições e caixas (falaremos disso, ao final).
- \- Caracteres adesivos, decalcáveis ou transferíveis (tipo "Letraset"...) para marcação externa da caixa.

A CAIXA - O LABIRINTO - A ARGOLA

Como o JOGO DA MÃO BOA é, basicamente um brinquedo, um "lazer eletrônico", de pouco adiantaria um "miolo" todo certinho (parte eletrônica perfeita...) se o "lado de fora" não apresentasse um bonito visual e uma conveniente praticidade de uso e manuseio... Assim, o **lay out** final, acabamento e organização geral da caixa, têm **muita** importância, merecendo explicações e sugestões específicas:

- **FIG. 6** - Sugestão para **lay out** final do JOGO. A caixa sugerida em DIVERSOS/OPCIONAIS da "LISTA DE PEÇAS" apresenta um **maior comprimento** (12,3 cm.) suficiente para a implementação do principal aspecto externo do JOGO, que é justamente o LABIRINTO (detalhes adiante). Quanto ao painel principal do JOGO, tudo pode ser muito simples e direto: o **push-button** de "rearmar" no centro, ladeado pelos LEDs VERDE (jogo "rearmado") e VERMELHO/PISCA (acusador de "toque" no LABIRINTO). Também nesse painel frontal pode ficar, num extremo lateral, a chavinha geral "Liga-Desliga". Quanto ao LABIRINTO, em sí, convém rever a fig. 5, comparando as ligações diretas lá mostradas, com o posicionamento final indicado na fig. 6. Um pedaço de fio de cobre sólido e isolado, grosso, com cerca de 40 ou 50 cm. servirá perfeitamente... Remove-se toda a isolação do fio, menos nas suas duas extremidades, onde devem ser preservados cerca de 2 ou 3 cm. da dita isolação (plástico que envolve o condutor de cobre...). Em seguida, deve-se dar ao fio as formas mais "malucas" e inesperadas (geometricamente falando...) possíveis, com curvas, dobras, circunvoluções e "entortamentos" (alguns relativamente "suaves", outros abruptos) em profusão, até que o conjunto apresente uma dimensão geral menor do que o comprimento total da caixa (12,3 cm., no caso do **container** sugerido). As duas extremidades desse LABIRINTO devem ficar voltadas para uma única direção, geometricamente paralelas, portanto, de modo a tornar fácil a sua fixação (adesivo de **epoxy** ajudará...) à caixa, conforme indica a figura. Nessa fixação é IMPORTANTE que, ambos os extremos do LABIRINTO mostrem as pequenas partes isoladas do fio, formando então pontos de "repouso" para a ARGOLA de jogar. Esta (a ARGOLA) é feita a partir de 10 a 15 cm. do mesmo fio de cobre grosso e sólido usado no LABIRINTO... Numa das extremidades desse pedaço de fio, removem-se cerca de 5 cm. da isolação e forma-se um pequeno aro, cujo diâmetro interno deve ser de, no máximo, 1,5 cm. (senão a "coisa fica mole" demais...). Na outra extremidade do fio, remove-se a isolação apenas por alguns milímetros, de modo à facilitar a soldagem do cabinho de ligação que vai ligado ao ponto "AG" da placa (ver fig. 5). Notar também que uma das extremidades do fio/LABIRINTO deve ser ligada ao ponto "LB" da placa, via cabinho soldado. Na conformação final (fig. 6), o cabinho com a argola (cerca de 40 ou 50 cm.) pode sair de um pequeno furo feito numa das laterais menores do **container**, com o que o conjunto ficará elegante e fácil de "usar".

●●●●●

Tudo terminado, coloca-se a argola na posição de "repouso" (fig. 5) em torno de uma das pequenas isolações terminais do LABIRINTO e, segurando-se a manopla ("cabinho" da ARGOLA) com **uma só mão**, deve ser tentado o percurso total (até o ponto de "repouso" no **outro** extremo do LABIRINTO...) sem **nunca** tocar a ARGOLA no LABIRINTO (o JOGO pode ser previamente "resetado", pela momentânea pressão no **push-button**, garantindo que tudo comece com o LED VERDE aceso...).

Ocorrendo um "toque" (para evitar isso o jogador tem que ter a mão realmente **firme**...), imediatamente (ainda que o tal "toque" tenha sido brevíssimo...) o LED VERDE **apaga** e o VERMELHO (até então "quietinho" e apagado...) é ativado, pondo-se a piscar à razão aproximada de 3 vezes por segundo, indicando que o jogador tem "mão mole", e que é melhor ele se inscrever num Curso de **barman**, já que tem todas as características de um excelente "chacoalhador de coqueteleira"...

Para se iniciar novo "teste"/JOGO, basta recolocar a AR-

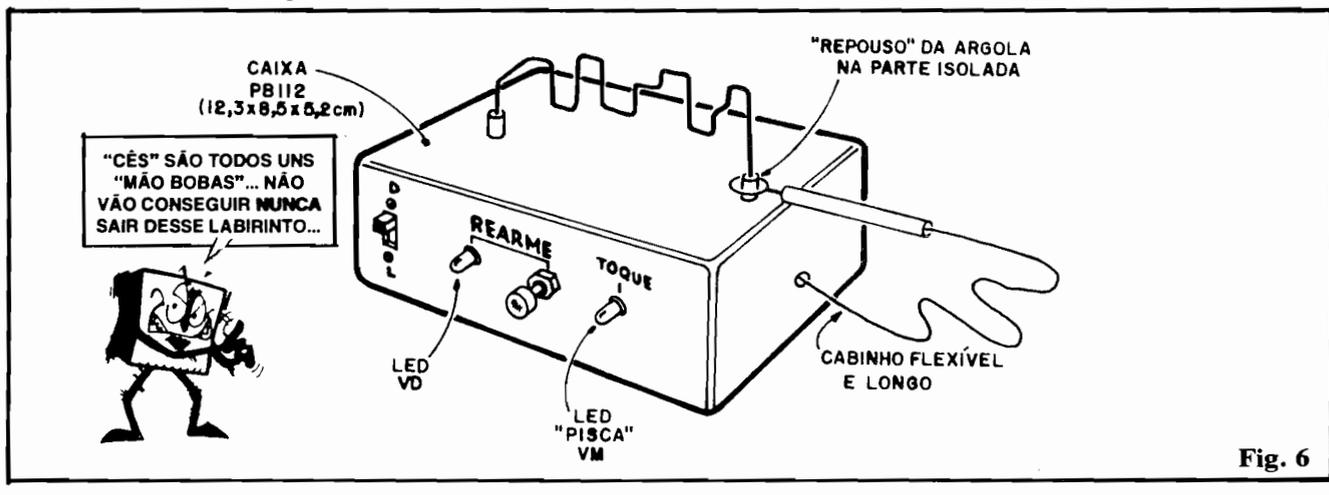



Fig. 6

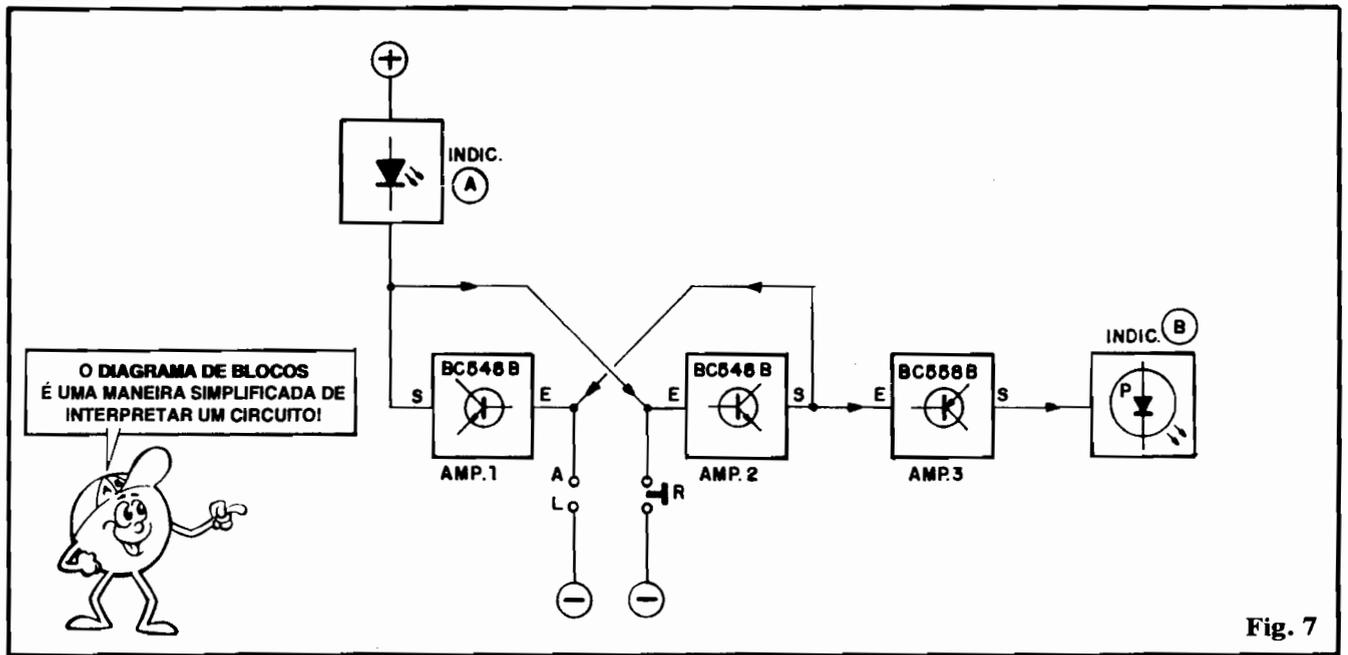



Fig. 7

GOLA num dos terminais de "repouso", e apertar o push-button, quando então a manifestação do LED vermelho "piscante" cessa, voltando a acender o LED VERDE (LABIRINTO "livre"...).

Obviamente que, durante toda a utilização do JOGO DA MÃO BOA, a chave geral da alimentação deve permanecer **ligada**. Para evitar consumo desnecessário de corrente (e o inevitável desgaste precoce das pilhas...), quando for guardado o jogo, a chave geral deve ser **desligada**. De qualquer modo, o consumo de corrente é muito baixo (inferior a 15mA, em média, durante o tempo em que o jogo está sendo efetivamente utilizado...), com o que a durabilidade das 4 pilhas pequenas colocadas no suporte pode ser considerada como **boa**...

●●●●●

O CIRCUITO

(ANTECIPAÇÃO TEÓRICA)

Assim como ocorre na montagem anterior (BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA), também o JOGO DA MÃO BOA não apresenta, em sua conceituação teórica, uma verdadeira necessidade de "antecipação" nas explicações, uma vez que todos os aspectos principais do funcionamento do circuito já foram abordados em "Aulas" anteriores do ABC... De qualquer modo, como importante forma de **fixação** dos aspectos circuitais e comportamento dos blocos e componentes, vamos dar uma olhada mais atenta ao funcionamento do conjunto:

- **FIG. 7** - Diagrama de blocos do circuito do JOGO DA MÃO BOA. Basicamente são três transístores, cada um em função amplificadora simples, com todo o "segredo" resultando do inteligente "entrelaçamento" desses três amplificadores... Os dois amplificadores formados pelos BC548B (AMP. 1 e AMP. 2) estão em ligação "cruzada", com a Entrada "E" de uma ligada à Saída "S" do outro, e vice-versa. Com isso temos um arranjo tecnicamente chamado de BIESTÁVEL, justamente porque o conjunto apresenta apenas **dois estados estáveis**, e nenhuma condição "intermediária" entre tais estados: se o AMP. 1 está "a mil", o AMP. 2 está "a zero", e vice-versa, uma vez que os arranjos, em **emissor comum**, são naturalmente **inversores** de polaridade ou fase do sinal ou condição aplicada à sua entrada (ver parte teórica da presente "Aula"...). Para "inverter" quaisquer dos dois estados ESTÁVEIS do conjunto, temos que aplicar uma forte "contra-polarização" externa, "zerando" uma Entrada "E" que estiver fortemente polarizada pelo arranjo "cruzado" do conjunto... É exatamente isso o que faz o contato momentâneo da ARGOLA com o LABIRINTO, ou uma momentânea pressão sobre o **push-button** "R"! Resumindo: apertando-se o botão "R", a Entrada "E" do AMP. 2 fica baixa ou fraca (em termos de polarização), com o que, pela função inversora da configuração em **emissor comum**, a Saída "S" desse AMP. 2 fica "forte". Como a Saída do AMP. 2 está ligada à Entrada do AMP. 1, esta última fica também "forte", o que leva a Saída do AMP. 1 a ficar "fraca" (transístor saturado ou bastante condutivo entre **coletor e emissor**. O LED indicador (A) então acende... Ocorrendo um toque da argola "A" com o labirinto "L", toda essa situação estável se inverte, agora com a Saída "S" do AMP. 2 ficando "fraca" (sempre que dizemos "fraca" ou "forte", na presente explicação, estamos nos referindo a TENSÃO presente no ponto referido...). Acontece que tal Saída do AMP. 2 está diretamente ligada à Entrada "E" de um terceiro amplificador (AMP. 3), este estruturado em torno de um transístor PNP, que "gosta" de tensões INVERSAS (com relação a um amplificador com transístor NPN...). Isso faz com que a Saída do

AMP. 3 mostre tensão suficiente para desenvolver forte corrente sobre o LED indicador "B" (pisca), ativando o dito cujo! Notem que todos os três amplificadores do arranjo trabalham em suas regiões não lineares, ou seja: na base do "tudo ou nada", o que torna, inclusive, fácil de "acompanhar" **o que acontece** em cada bloco, e a sua interação com os demais blocos...Basta não esquecer que cada um dos dois transístores BC548B (AMP. 1 e AMP. 2) forma, com seu resistor de **coletor**, um real divisor de tensão, de cujo "nó" é puxada a polarização para o "outro" bloco, e que, no final da "coisa", o transístor PNP (BC558B) tem como carga única de **coletor** o LED pisca-pisca! O Leitor/Aluno deve, à luz do que já viu sobre o comportamento das correntes num arranjo amplificador transistorizado simples (em função das **tensões** presentes momentaneamente em cada ponto "chave"...), procurar entender, intuir, com segurança, tudo o que "acontece" num circuito simples, como o do JOGO DA MÃO BOA... Não é difícil, garantimos, bastando um pouco de atenção e raciocínio.

•••••